



Pisciculture En Zone Tropicale

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Vos partenaires
à la GFA Terra Systems sont

Tomas Keilbach
Dr. Frank Czesnik

Pisciculture en Zone Tropicale

Auteur :

Eric LACROIX

Dessinateur :

Zoukifouli GBADAMASSI

Avril 2004

Adresse

GFA Terra Systems

Eulenkrogstraße 82
22 359 Hamburg
Allemagne

Téléphone : 0049-40-60 30 6-100
Téléfax : 0049-40-60 30 6-119
E-Mail : afrika@gfa-terra.de
Home Page : www.gfa-group.de

À Isabelle et Petit Luc



Table des Matières

AVANT-PROPOS.....	7
INTRODUCTION	9
1. GENERALITES.....	11
1.1 AQUACULTURE ET AQUICULTURE	11
1.2 HISTORIQUE DE LA PISCICULTURE.....	12
1.3 TYPES DE PISCICULTURE	12
1.3.1 Pisciculture extensive.....	12
1.3.2 Pisciculture semi-intensive.....	13
1.3.3 Pisciculture intensive.....	13
1.3.4 Pisciculture super intensive.....	13
1.4 ENVIRONNEMENT	13
1.4.1 Nature du sol.....	14
1.4.2 Caractéristiques chimiques du sol.....	14
1.4.3 Topographie du terrain.....	15
1.4.4 Eau.....	19
1.4.5 Environnement humain	21
2. CONSTRUCTION D'ETANGS	25
2.1 CHOIX DU TYPE D'ETANGS	25
2.2 CARACTERISTIQUES D'UN ETANG	26
2.2.1 Forme et dimensions.....	26
2.2.2 Profondeur.....	26
2.2.3 Cotes des différents point dans l'étang	26
2.3 METHODE REMBLAIS ET DEBLAIS.....	27
2.3.1 Principe	27
2.3.2 Méthode	28
2.3.3 Calcul du volume des digues	30
2.3.4 Calcul du volume creusé	31
2.3.5 Egalisation des remblais et déblais.....	31
2.4 PRINCIPALES PARTIES D'UN ETANG	32
2.4.1 Système d'alimentation en eau	33
2.4.2 Arrivée d'eau dans l'étang.....	37
2.4.3 Fond ou « assiette » de l'étang	37
2.4.4 Appareil de vidange.....	39
2.4.5 Dignes	42
2.4.6 Déversoir.....	44
2.5 METHODE SIMPLE	46
3. BIOLOGIE DES POISSONS	47
3.1 BIOLOGIE DES TILAPIAS	47
3.1.1 Position systématique des tilapias	47
3.1.2 Alimentation des Tilapias	51
3.1.3 Reproduction.....	52

3.1.4	<i>Caractéristiques biologiques et élevage des tilapias</i>	63
3.2	BIOLOGIE DU <i>CLARIAS GARIEPINUS</i>	67
3.2.1	<i>Distribution géographique</i>	67
3.2.2	<i>Description biologique</i>	68
3.2.3	<i>Reproduction naturelle</i>	72
3.2.4	<i>Reproduction induite</i>	73
4.	ESPECES DE POISSONS UTILISABLES EN PISCICULTURE	75
4.1	CARACTERISTIQUES D'UN POISSON DE PISCICULTURE	75
4.2	FAMILLE DES <i>CICHLIDAE</i>	76
4.3	TILAPIA DU NIL	76
4.4	POISSON-CHAT D'EAU DOUCE	77
4.5	PERCHE DU NIL	78
4.6	HETEROTIS	79
4.7	AUTRES TILAPIAS	80
4.8	TILAPIA NOIR	82
4.9	MACHOIRON	83
4.10	AUTRES ESPECES	83
5.	TECHNIQUES DE PRODUCTION	85
5.1	INTRODUCTION	85
5.2	MANIPULATION DE L'ETANG	85
5.2.1	<i>Mise en eau</i>	85
5.2.2	<i>Vidange</i>	86
5.2.3	<i>Assec</i>	86
5.2.4	<i>Récolte des poissons marchands</i>	87
5.2.5	<i>Entretien à chaque vidange</i>	89
5.2.6	<i>Entretien journalier</i>	90
5.2.7	<i>Chronologie</i>	90
5.3	ALIMENTATION	91
5.3.1	<i>Introduction</i>	91
5.3.2	<i>Fertilisation aux engrais organiques</i>	91
5.3.3	<i>Fertilisation aux engrais minéraux</i>	95
5.3.4	<i>Apports de nourriture</i>	98
5.3.5	<i>Comparaisons</i>	104
5.3.6	<i>Types d'alimentation</i>	105
5.4	PECHES DE CONTROLE ET INTERMEDIAIRE	105
5.5	SEXAGE	112
5.6	TRANSPORT DES ALEVINS	114
5.7	TRANSPORT EN SACS DE POLYETHYLENE	115
5.7.1	<i>Matériel</i>	115
5.7.2	<i>Mode opératoire</i>	115
5.7.3	<i>Recommandations</i>	116
5.7.4	<i>Aliments</i>	119
6.	METHODES DE PISCICULTURE	121

6.1	INTRODUCTION.....	121
6.2	ELEVAGE DE TILAPIAS	121
6.2.1	Méthode mixte.....	121
6.2.2	Méthode équiennne.....	122
6.2.3	Méthode par classes d'âge séparées.....	122
6.2.4	Méthode mono sexe.....	123
6.2.5	Méthode TnM + 3A.....	123
6.2.6	Méthode des prédateurs	130
6.3	ELEVAGE DE CLARIAS	132
6.3.1	Généralités	132
6.3.2	Reproduction favorisée	133
6.3.3	Reproduction artificielle	135
6.3.4	Production de juvéniles	147
6.3.5	Production de poissons marchands	148
6.3.6	Polyculture Clarias-Tilapia.....	149
6.3.7	Autres aliments.....	149
6.3.8	Exemples pratiques.....	150
6.4	ELEVAGE DU MACHOIRON	150
6.4.1	Généralités	150
6.4.2	Reproduction.....	151
6.5	PISCICULTURE RURALE EN COTE D'IVOIRE	153
7.	ELEVAGES ASSOCIES.....	155
7.1	INTRODUCTION.....	155
7.2	CONDUITE D'UN ELEVAGE CANARDS - POISSONS.....	155
7.2.1	Choix des espèces.....	155
7.2.2	Poissons.....	155
7.2.3	Canards.....	155
7.2.4	Aménagement des installations	156
7.2.5	Conduite de l'élevage.....	156
7.2.6	Difficultés éventuelles.....	157
7.2.7	Avantages et inconvénients	158
7.3	CONDUITE D'UN ELEVAGE PORCS - POISSONS	158
7.3.1	Choix des espèces.....	158
7.3.2	Aménagement des installations	158
7.3.3	Conduite de l'élevage.....	159
7.3.4	Difficultés éventuelles.....	159
7.4	CONDUITE D'UN ELEVAGE POULES - POISSONS	160
7.4.1	Choix des espèces.....	160
7.4.2	Aménagement des installations	160
7.4.3	Conduite de l'élevage des poules	160
7.4.4	Difficultés éventuelles.....	160
7.5	AVANTAGES.....	161
8.	PISCICULTURE EN CAGE	163

8.1	CONSTRUCTION DES CAGES	163
8.2	CRITERES DE CHOIX D'UN SITE	165
8.3	ESPECES DE POISSONS ELEVES EN CAGES	165
8.4	CONDUITE DES POISSONS EN CAGES	165
8.4.1	<i>Approvisionnement en alevins</i>	<i>165</i>
8.4.2	<i>Empoisonnement des cages.....</i>	<i>166</i>
8.4.3	<i>Alimentation des poissons en cages.....</i>	<i>166</i>
8.4.4	<i>Croissance des poissons en cages.....</i>	<i>167</i>
8.4.5	<i>Entretien des cages</i>	<i>167</i>
8.5	EXEMPLE D'ELEVAGE EN CAGES	167
8.6	AVANTAGES.....	168
9.	PISCICULTURE EN ENCLOS	171
9.1	CARACTERISTIQUES GENERALES	171
9.2	TECHNIQUE D'ELEVAGE	171
9.3	APPLICATION EN AFRIQUE	171
9.4	CONSTRUCTION DES ENCLOS	172
9.4.1	<i>Choix du site</i>	<i>172</i>
9.4.2	<i>Forme et orientation des enclos.....</i>	<i>172</i>
9.4.3	<i>Technique de construction des enclos.....</i>	<i>173</i>
10.	ACADJAS	177
11.	RIZIPISCICULTURE	179
11.1	CARACTERISTIQUES GENERALES	179
11.2	PREPARATION DES CASIERS DE RIZIPISCICULTURE	179
11.3	ESPECES DE POISSONS EN RIZIERES	181
11.4	TECHNIQUE EN RIZIPISCICULTURE.....	182
11.4.1	<i>Epoque et densité d'élevage.....</i>	<i>182</i>
11.4.2	<i>Traitements culturaux et entretien.....</i>	<i>182</i>
11.5	RECOLTE DU RIZ ET DU POISSON	183
11.5.1	<i>Mode de récolte</i>	<i>183</i>
11.5.2	<i>Production piscicole en rizière</i>	<i>183</i>
11.6	CONTROLE BIOLOGIQUE	183
11.6.1	<i>Contrôle des algues en rizière</i>	<i>183</i>
11.6.2	<i>Contrôle des mollusques.....</i>	<i>184</i>
11.6.3	<i>Contrôle des larves de moustiques.....</i>	<i>184</i>
11.7	AUTRES METHODES RIZ - POISSON	184
11.7.1	<i>Capture en rizières de poissons sauvages</i>	<i>184</i>
11.7.2	<i>Exploitation rotative poissons - riz.....</i>	<i>185</i>
11.8	AVANTAGES ET INCONVENIENTS	185
11.8.1	<i>Avantages de la rizipisciculture.....</i>	<i>185</i>
11.8.2	<i>Inconvénients de la rizipisciculture.....</i>	<i>186</i>
11.8.3	<i>Futur.....</i>	<i>186</i>
12.	MALADIES DES POISSONS	189
12.1	VACCINATION DES POISSONS	189

12.2	PATHOLOGIE ET THERAPIE.....	189
12.2.1	<i>Symptômes</i>	190
12.2.2	<i>Agents pathogènes, diagnostic</i>	192
12.2.3	<i>Thérapie et posologie</i>	194
12.3	MALADIES DES POISSONS-CHATS.....	207
12.3.1	<i>Introduction</i>	207
12.3.2	<i>Maladies bactériennes</i>	209
12.3.3	<i>Maladies fongiques</i>	210
12.3.4	<i>Maladies parasitaires</i>	211
12.3.5	<i>Maladies sans causes connues</i>	214
13.	MALADIES DES PISCICULTEURS	217
14.	ENNEMIS DES POISSONS	219
14.1	INSECTES NUISIBLES	219
14.2	POISSONS VORACES	219
14.3	BATRACIENS NUISIBLES.....	219
14.4	REPTILES NUISIBLES	219
14.5	OISEAUX NUISIBLES.....	220
14.6	MAMMIFERES NUISIBLES.....	220
14.7	GASTROPODES NUISIBLES.....	220
	CONCLUSION	221
	BIBLIOGRAPHIE	223

Avant-propos

Je me souviens d'un Professeur, original certes, qui expliquait que pour bien faire son travail, il faut se mettre en situation et dans le cas de la pisciculture, il expliquait comment se mettre dans la peau d'un poisson. Je le revois encore bouger les mains comme les poissons le feraient avec les nageoires pectorales et avec une bouche qui semblait faire des bulles. C'était un très bon comédien. Je sais mieux maintenant, pour avoir fait récemment de la plongée sous-marine, qu'il avait une vision très précise de ce dont il parlait. Il avait la passion. Et la passion vient de la connaissance. C'est là où ces notes vont tenter d'intervenir : élargir les connaissances du lecteur sur la pisciculture tropicale.

En 1989, j'ai rédigé un cours de pisciculture à la Section des Ingénieurs des Travaux des Eaux et Forêts de l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey au Sénégal. De ce cours sont nées ces notes.

M. Zoukifouli Gbadamassi de Parakou au Bénin, dessinateur et artiste, a réalisé les illustrations en 2002. Mme Josée Comlan à Bassila, au Bénin a réalisé la saisie du texte sur ordinateur de 2002 à 2003. Le Dr. André Tandjiekpon a assuré la relecture et le Dr. Stefan Kachelriess-Matthess a mis le document sous ses différents formats finaux. Le noir et blanc et le format A4 ont été choisis pour permettre la photocopie, mode de reproduction bon marché.

Je ne pourrais pas terminer cet avant-propos sans remercier le Pr. Joseph Assouhan du Centre de Formation Piscicole de Bouaké (¹), qui a été mon Professeur de pisciculture et qui a tout mis en œuvre pour que ces notes voient le jour. Je remercie également les bailleurs de fonds : la Coopération Technique Suisse, ORT (Genève) qui a financé la rédaction de ce document et la Coopération Technique Allemande, GTZ - GFA terra systems qui a financé la saisie, l'illustration et l'édition. De même, je remercie tous mes patients collaborateurs et tous les auteurs des ouvrages qui m'ont servi de base pour la rédaction. J'espère que ces notes complèteront leurs ouvrages utilement. Mille mercis à tous. Pour ma part, je garde un souvenir particulièrement agréable de cette période « aquatique » dans laquelle je me replonge régulièrement, bien que toujours trop peu à mon goût, tant ce milieu est délicieux.

Eric Lacroix

¹ Centre de Formation Piscicole, CFP, B.P : 621 Bouaké, République de Côte d'Ivoire

Introduction

Ce document de vulgarisation et de formation traite de la pisciculture en milieu tropical, plus spécialement en Afrique de l'Ouest. Il tente de donner au lecteur des notions sur tout ce qui pourrait le concerner dans l'exercice de sa fonction de pisciculteur, vulgarisateur ou formateur. Il comprend une description des différentes étapes qui aboutissent à la production des principales espèces de poissons dans ces régions y compris la construction des étangs et l'étude du comportement des poissons (éthologie).

Le premier chapitre réalise un survol de la pisciculture au sens large en décrivant notamment l'environnement du poisson. Au chapitre deux, vous pourrez étudier la construction des étangs telle que pratiquée en Côte d'Ivoire, pays possédant dans ce domaine au cours des années 1990 une avance non négligeable. Le chapitre 3 s'intéresse à la biologie des Tilapias et Clarias, poissons très communs en Afrique. Le chapitre 4 traite des espèces de poissons que l'on peut élever en milieu tropical, principalement en Afrique de l'Ouest. Le chapitre 5 décrit la reproduction du Tilapia. Au chapitre 6, le document passe en revue différentes méthodes d'élevage utilisées pour le Tilapia, le Clarias et le Mâchoiron, ce dernier poisson étant très apprécié en Côte d'Ivoire. Le chapitre 7 nous ouvre les portes de méthodes associant l'élevage de poissons à l'élevage de canards, porcs ou poules. Les chapitres 8 à 10 survolent la technique des cages flottantes pour le Tilapia, la technique des enclos pour le Mâchoiron et la technique des « Acadjas », méthode particulière pratiquée au Bénin pour le Tilapia. Au chapitre 11 le document décrit brièvement l'association de la culture du riz à la pisciculture. Aux chapitres 12 à 14, le document énumère quelques maladies des poissons et des pisciculteurs ainsi que quelques ennemis des poissons afin que le lecteur ait une notion de ce vaste domaine qui nécessiterait à lui tout seul un ouvrage détaillé.

Les illustrations tentent d'agrémenter ces notes tout en apportant une visualisation des notions décrites.

1. Généralités

Après une brève introduction, nous verrons les différentes formes d'aquaculture, l'historique de la pisciculture, les différents types de pisciculture de la pisciculture extensive à la pisciculture intensive, l'environnement piscicole dont le sol, l'eau, la topographie et finalement l'environnement humain.

De nombreux chapitres, dont celui-ci sont tirés ou inspirés de l'ouvrage de Pasquelin (1976).

1.1 Aquaculture et aquiculture

L'aquaculture est l'élevage et la culture des animaux et des plantes vivant en eaux marines et saumâtres.

L'aquiculture est l'élevage et la culture des animaux et des plantes vivant en eaux douces.

L'aquaculture au **sens large** reprend l'aquaculture au sens strict telle que définie plus haut, plus l'aquiculture. C'est au sens large que ce terme est le plus employé et que nous l'emploierons dans ce document.

L'aquaculture se divise en plusieurs types d'élevage ou de culture :

- Pisciculture : élevage des poissons.
- Tilapiaculture : élevage de Tilapias (genres *Tilapia*, *Sarotherodon* et *Oreochromis*).
- Crevetticulture : élevage des crevettes.
- Pénéiculture : élevage des crevettes Pénéïdes.
- Ostréiculture : élevage des huîtres.
- Reptiliculture : élevage des reptiles (crocodiles et autres).
- Carcinoculture : élevage des crustacés (crevettes et autres).
- Astaciculture : élevage des écrevisses.
- Mytiliculture : élevage des moules.
- Carpiculture : élevage des carpes (Europe, Madagascar, Asie).
- Rizipisciculture : élevage de poissons et culture de riz sur la même parcelle.
- Azolaculture : culture de l'*Azola* (fougère aquatique), etc.

1.2 Historique de la pisciculture

La pratique de la pisciculture est très ancienne. C'est probablement l'élevage aquacole le plus ancien. Déjà dans l'antiquité, les Egyptiens et les Romains élevaient les poissons. Depuis environ 2500 ans avant Jésus-Christ, les Chinois pratiquaient la carpiculture. Ils ont ainsi « créé » le fameux poisson rouge d'aquarium par une sélection patiente et minutieuse aboutissant aux formes étranges et colorées que nous rencontrons parfois dans des bocaux et aquariums. En Europe, la pisciculture a été introduite par des moines au Moyen Age. En Amérique du Nord, la pratique piscicole s'est développée au début du vingtième siècle.

En Afrique, c'est après la seconde guerre mondiale que des tentatives ont été faites pour l'introduire et la développer. Elle connut un début spectaculaire, mais très vite, après les indépendances, de profonds bouleversements conduisent cette activité à une forte régression, qui s'explique également par le manque de personnel d'encadrement et la méconnaissance des espèces utilisées. Au cours de ces dernières années, grâce à des résultats encourageants des recherches effectuées en Afrique sur certaines espèces comme les *Tilapia* (Carpe), *Chrysichthys* (Poisson Ministre) et *Clarias* (Poisson chat), certains gouvernements prennent conscience de l'intérêt de la pisciculture. Le premier objectif de la pisciculture étant d'améliorer le régime alimentaire et les conditions de vie des populations rurales. On l'envisage aujourd'hui plus comme une activité commerciale entreprise à l'échelle artisanale ou semi industrielle.

En Amérique Latine, et dans tout le Proche-Orient, elle est pratiquement à ses débuts, à l'exception d'Israël où la pisciculture est très développée.

1.3 Types de pisciculture

On distingue quatre types de pisciculture :

- La pisciculture extensive.
- La pisciculture semi-intensive.
- La pisciculture intensive.
- La pisciculture super-intensive.

1.3.1 Pisciculture extensive

Les élevages sont conduits sans fertilisants ni apports de nourriture et visent au maintien d'un équilibre écologique naturel et stable, mais dirigé au profit de l'homme.

L'un des principes est d'isoler des zones à haute productivité naturelle par des vannes, des claies ou des grilles permettant la pénétration des jeunes et empêchant la fuite des poissons plus gros.

Le rendement est de l'ordre de 100 à 150 kg/ ha/ an, parfois plus si la productivité naturelle des eaux est particulièrement élevée. Ce type de pisciculture est déjà pratiqué au Sénégal depuis des générations, tant dans le delta du fleuve Sénégal qu'en Casamance.

1.3.2 Pisciculture semi-intensive

Les élevages de poissons se font en zones fermées. Pour intensifier la production de poissons dans ces eaux naturelles, on fournit à ces poissons un supplément de nourriture.

On peut atteindre ainsi des rendements de 1,5 à 2,5 T/ ha/ an par fertilisation ou par nourrissage direct.

1.3.3 Pisciculture intensive

Dans ce cas, l'eau et l'alimentation sont contrôlées. En pisciculture intensive, on obtient fréquemment 5 à 10 T/ ha/ an en étang, 50 à 100 kg/ m³ /an en cage, même parfois plus de 20 kg/ m³ /mois.

1.3.4 Pisciculture super intensive

En Belgique, par exemple, on élève des Tilapias ou Carpes du Nil (*Oreochromis niloticus*) en bacs inoxydables à la densité de 300 poissons par m³ avec un renouvellement d'eau de 400% par heure. On utilise de l'eau chaude provenant du système de refroidissement d'une centrale nucléaire. Les poissons atteignent de 250 à 500 g. La production est de 30 kg/ m³ / mois soit 3.600 Tonnes/ ha/ an avec un cycle complet (alevinage inclus) de 10 mois.

Pour l'alimentation des poissons, on utilise des distributeurs qui se terminent par des tiges qui sont dans l'eau. Chaque fois que le poisson pousse la tige avec sa bouche, un peu de nourriture tombe dans l'eau à cet endroit. Les poissons apprennent très vite à se nourrir à la demande.

1.4 Environnement

L'environnement concerne tout ce qui conditionne les possibilités piscicoles, c'est-à-dire aussi bien la nature du sol et sa topographie, que la nature de l'eau,

son volume disponible et sa répartition annuelle. L'environnement humain concerne les connaissances techniques, la disponibilité et la Culture.

1.4.1 Nature du sol

Quel que soient les autres conditions, il est indispensable que la nature du sol permette d'avoir une réserve d'eau permanente. Il doit donc être suffisamment chargé en argiles pour obtenir une imperméabilité d'autant plus grande que les apports d'eau seront irréguliers ou faibles. L'objectif est de ne devoir compenser que l'évaporation.

Le fait d'avoir à sa disposition une topographie propice et un sol superficiel sableux n'est cependant pas néfaste tant qu'une source d'argile est disponible à proximité ou dans le sous-sol proche de la surface. En effet, même de très grands barrages hydroélectriques voient leurs digues construites sur le principe du « Masque d'argile » recouvrant de la terre « Tout venant ». Un terrain sablonneux ou humifère est donc rendu étanche par apport d'une couche superficielle d'argile de 30 cm d'épaisseur (Cf. Chapitre 2 : construction des étangs).

Un terrain rocheux est souvent difficile à travailler sans moyens mécaniques, et est parfois parcouru de fissures qu'il faut colmater par de l'argile.

Les terres du Sénégal sont pour la plupart sableuses en surface, mais argileuse à une certaine profondeur. L'étude superficielle du sol ne suffit pas pour avoir une idée exacte de sa nature. On doit employer une tarière pédologique ou creuser un ou plusieurs trous d'une profondeur de 2 m environ afin de connaître les différentes couches de sol aux endroits envisagés pour la création d'aménagements piscicoles.

1.4.2 Caractéristiques chimiques du sol

La composition chimique de l'eau des étangs dépend essentiellement des caractères chimiques des terrains qu'elle traverse et de la végétation qui les recouvre. En général les eaux de savane sont plus riches et moins acides que les eaux qui sortent de la forêt, mais les risques de pollution par les sédiments sont plus grands (ravinement, érosion en nappe).

Plus les terrains traversés sont riches en sels minéraux et plus l'eau est alors dotée d'une forte productivité naturelle, grâce à la prolifération du phytoplancton et de certains végétaux supérieurs.

1.4.3 Topographie du terrain

C'est principalement le relief du terrain qui conditionne le type de pisciculture et d'aménagements à envisager. En effet, la possibilité de vidange des étangs réclame une certaine pente. L'eau doit pouvoir arriver à la partie supérieure de la nappe d'eau et être évacuée en dessous du niveau du fond ; cela réclame une dénivellation minimale de 1,20 m entre l'entrée et la sortie de l'eau quel que soit le type d'étang.

Heureusement, si la vidange des étangs de pisciculture est souhaitable et pratique, d'autres possibilités que le relief du terrain nous sont offertes :

- le pompage qui permet d'élever l'eau à la hauteur nécessaire mais qui doit être le moins onéreux possible,
- l'évaporation et / ou l'infiltration qui permettent des « assecs » périodiques chaque année. Un assec (terme technique) est la mise à sec de l'étang.

Néanmoins, la maîtrise de l'eau et de la vidange est un des éléments importants dans le cas d'une exploitation intensive. Certains étangs ne se vident jamais car ils sont creusés dans la nappe phréatique. On doit alors pêcher les poissons à l'aide d'un filet de pêche appelé Senne (Cf. Figure 1.1 : Senne) puis on tue le reste des poissons avec des produits chimiques toxiques pour éviter qu'ils ne perturbent la production suivante.

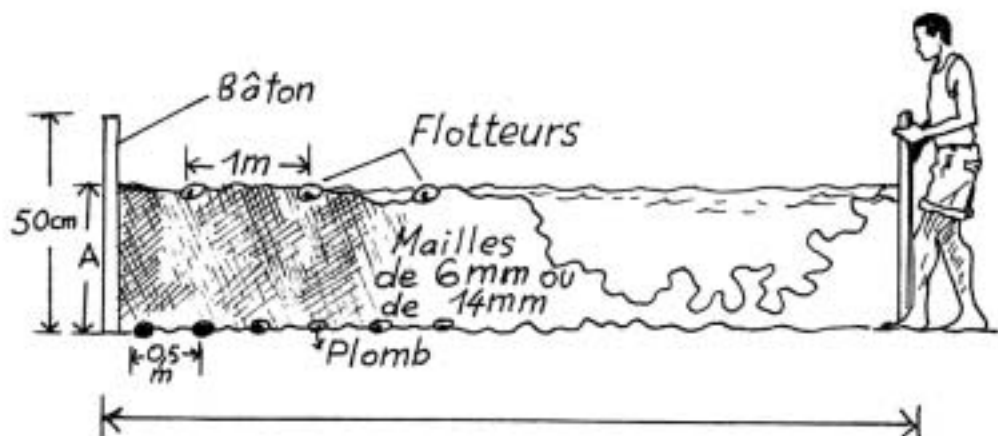


Figure 1.1 : Un exemple de Senne (filet de pêche pour étang de pisciculture).

La plupart des étangs de pisciculture ont une profondeur d'eau comprise entre 1 et 2 m. Avec moins de 1 mètre, les eaux se réchauffent rapidement et la végétation devient envahissante ; avec plus de 2 mètres de profondeur d'eau, la hauteur des digues exige un volume de terre trop important pour le rapport que l'on

peut espérer d'une exploitation commerciale ordinaire. L'investissement initial devient alors excessif.

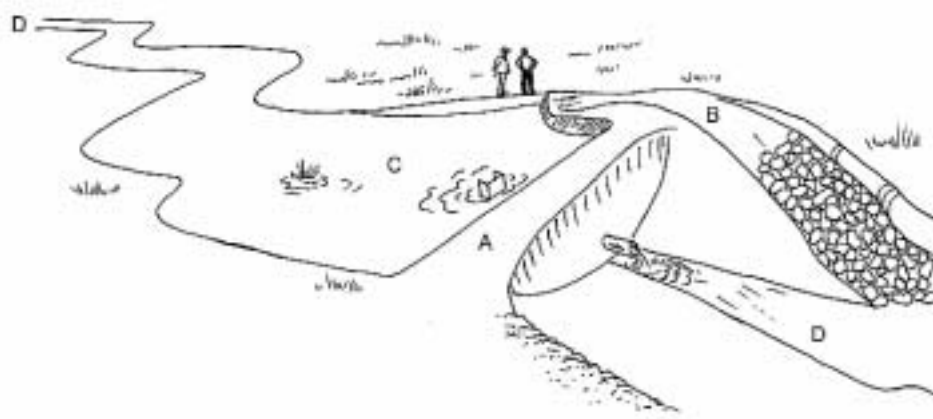
Au Sénégal, il est rare de réunir ces conditions, c'est-à-dire l'existence d'une alimentation en eau naturelle permanente située non loin d'une rivière et avec un niveau plus élevé d'environ 1,50 m pour que l'eau puisse couler dans les étangs par gravité. Ces conditions ne se trouvent qu'en régions montagneuses à pluviométrie abondante et régulière tout au long de l'année, relief inexistant au Sénégal en général.

Il existe deux types principaux d'étangs que l'on peut vidanger : les étangs de barrage et les étangs en dérivation.

1.4.3.1 Etangs de barrage

Ces étangs sont construits simplement en barrant un cours d'eau, si possible permanent, par une digue en terre dotée d'un système de vidange et d'un déversoir de trop-plein (Cf. Figure 1.2).

L'idéal pour ce type d'étang est de trouver un cours d'eau, en faible pente (0,5 à 2%), et une pente en travers de la vallée assez forte, mais inférieure à 10%. De cette façon, la digue à construire sera courte, donc économique, et l'étang sera de bonne taille, puisque allongé au-dessus de l'ancien lit du ruisseau.



Légende : A : Barrage, B : Canal de trop plein, C : Etang, D : Rivière

Figure 1.2 : Un étang de barrage

1.4.3.2 Etangs en dérivation

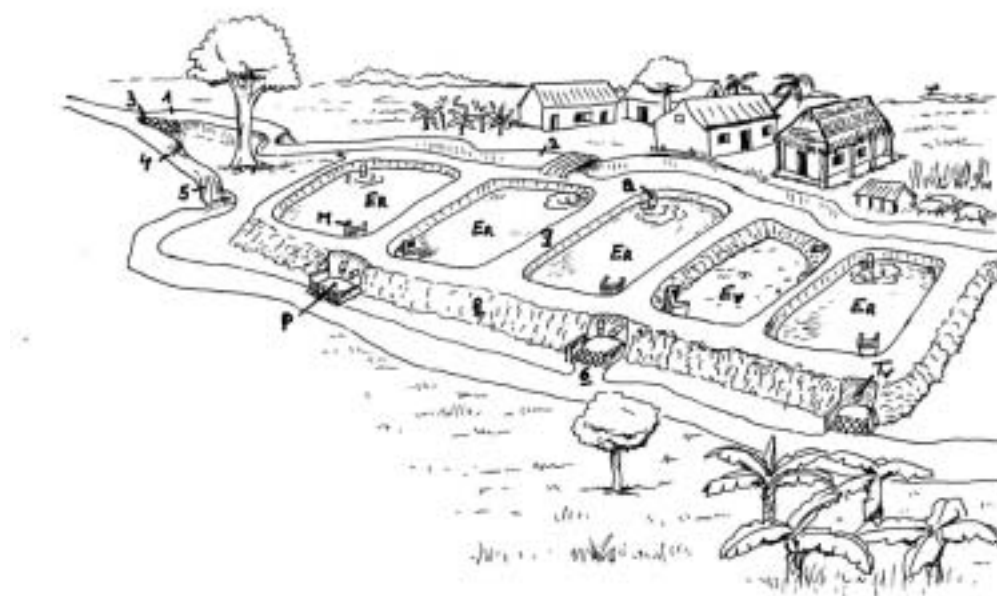
Etablis sur le côté de la vallée, ils sont alimentés en eau par dérivation d'une source ou d'un cours d'eau. Le canal de dérivation amène l'eau au-dessus des

étangs ; le débit amené est donc contrôlable à tout moment sans que les étangs ne risquent d'être submergés (Cf. Figure 1.3).

Comme les étangs doivent pouvoir être vidangés, il est indispensable que l'arrivée d'eau soit à un niveau supérieur d'au moins 1,5 m à celui de la vidange.

Cela suppose un cours d'eau à pente forte (pour que le canal de dérivation ne soit pas trop long) et de faibles pentes en travers de la vallée (de façon à pouvoir creuser de grands étangs sans pour cela avoir des digues trop hautes).

Les étangs de pisciculture de la ville de Richard-Toll au Sénégal sont des étangs en dérivation.



Légende : **1** : Canal de dérivation, **2** : Canal d'alimentation, **3** : Ouvrage de prise d'eau, **4** : Cascade, **5** : Chute, **6** : Canal de vidange, **7** : Banquette (passage sur la digue), **8** : Digue aval, **ER** : Etangs remplis, **EV** : Etangs vides, **M** : Moine de vidange, **a** : Tuyau d'alimentation, **P** : Pêcherie commune pour deux étangs, **TV** : Tuyau de vidange de l'étang

Figure 1.3 : Des étangs en dérivation

1.4.3.3 Cas d'un cours d'eau à forte pente dans une vallée encaissée

Dans ce cas, il est seulement recommandé de pratiquer la rizi-pisciculture, s'il existe des rizières en terrasses alimentées en eau d'une façon permanente (Cf. Figure 1.4). Dans ce cas on introduit dans ces rizières des espèces de poissons bien adaptées aux eaux chaudes et peu profondes comme le *Sarotherodon melanotheron* (Carpe noire).



Figure 1.4 : Une vallée encaissée

1.4.3.4 Cas d'un cours d'eau à faible pente dans une vallée plate

C'est le cas par exemple de la basse Casamance où le relief est très faible. Il ne sera plus possible d'avoir des étangs alimentés et vidangés naturellement (Cf. Figure 1.5). Les différentes possibilités sont :

- D'utiliser une source d'énergie pour élever l'eau au niveau nécessaire à l'alimentation de l'étang.
- De faire de la pisciculture en cages ou en enclos dans les cours d'eau.
- D'élever des espèces d'eau salée et utiliser des différences de niveau dues aux marées pour assurer le renouvellement de l'eau, la vidange et le remplissage.

En conclusion, nous dirons que l'on peut faire de la pisciculture un peu partout, à condition d'adapter les aménagements au relief du terrain et d'adopter les techniques appropriées. Dans tous les cas, c'est le calcul de la rentabilité économique qui aide à préciser les investissements possibles.

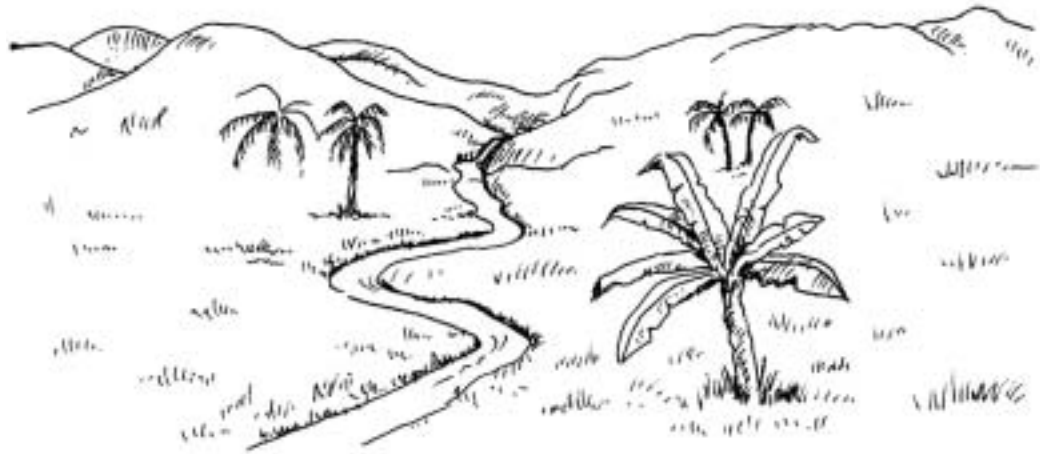


Figure 1.5 : Une vallée plate

1.4.4 Eau

1.4.4.1 Qualités chimiques de l'eau

Les sels minéraux contenus dans l'eau, dissous pendant le passage sur ou à travers le sol, sont importants puisqu'ils conditionnent la multiplication et la croissance du phytoplancton. Lorsque les sels minéraux et organiques se trouvent en quantité insuffisante, la chaîne alimentaire ne peut pas se constituer, faute du premier maillon. C'est le cas dans certaines parties des océans tropicaux où les eaux de surface sont bleues et parfaitement transparentes. Une eau bien chargée en phytoplancton est verdâtre et favorable à la pisciculture.

1.4.4.2 Qualités physiques de l'eau

La transparence est indispensable pour le développement du phytoplancton (ne pas confondre couleur et transparence : une eau colorée peut être transparente). Il faut éviter les eaux troubles et les causes de turbidité, comme le piétinement du bétail et des humains dans l'étang.

En effet, la turbidité de l'eau ralentit la production de phytoplancton, la boue se colle aux branchies des poissons et gêne leur respiration. De même, elle se colle aussi aux oeufs et les envase causant une mortalité élevée chez certaines espèces. Elle diminue la quantité de lumière dans l'eau et ralentit la photosynthèse nécessaire au développement du phytoplancton.

Le ravinement et l'érosion en nappe entraînent beaucoup d'alluvions à certaines époques de l'année, ce qui peut poser des problèmes.

La température doit convenir aux espèces que l'on veut élever. Pour les espèces tropicales, l'eau doit se maintenir entre 15 et 25°, mais attention qu'à 15°, la reproduction s'est arrêtée, ce qui n'est pas souvent intéressant. Quant aux Clarias (poissons chats), ils survivent facilement à une température supérieure à 30°.

1.4.4.3 Volume d'eau disponible

Nous avons vu précédemment que plus la technique est intensive, plus le débit doit être important et constant. En général, pour les cas qui nous occupent, il sera nécessaire de disposer d'une source d'eau gratuite ou au moins disponible à un prix très faible. En effet, trois éléments contribuent à la consommation d'eau :

- Les pertes par évaporation qui varient selon la température et l'hygrométrie. Lorsque l'atmosphère est saturée d'eau, comme en zone équatoriale, il n'y a pratiquement pas d'évaporation ; mais dans le Sahel, cette évaporation peut parfois atteindre 200 m³/ ha/ jour (soit 2 cm de hauteur d'eau par jour).
- Les pertes par infiltration qui dépendent de la nature du fond et des digues de l'étang. Dans un terrain argileux, après la première période de colmatage qui suit la construction et la mise en eau de l'étang, les pertes par infiltration sont minimales. Cependant, chaque assec (mise à sec de l'étang) est suivi d'une période d'un mois où les besoins en eau sont importants : il faut en tenir compte dans le calendrier de l'exploitation. Plus le terrain est sablonneux et moins les digues sont étanches, plus les pertes par infiltration sont élevées.
- Le renouvellement de l'eau qui est fonction des espèces élevées et du mode d'exploitation.

Certaines espèces comme le capitaine (*Lates niloticus*) sont plus exigeantes que d'autres en oxygène comme le poisson chat (*Clarias gariepinus*) et leur élevage demande un renouvellement d'eau permanent. En élevage semi intensif, les Tilapias et les Clarias ne demandent pas un courant d'eau ; on se contente de compenser les pertes pour que le niveau d'eau dans l'étang reste plus ou moins constant.

1.4.4.4 Disponibilité de l'eau

Lorsque l'eau n'est disponible qu'à une certaine période de l'année, comme c'est le cas pour les mares d'hivernage (mares en saison des pluies), il est obli-

gatoire de stocker un volume d'eau suffisant. Une profondeur d'eau de 1,30 m au point de remplissage (là où l'eau coule dans l'étang pour le remplir) est un minimum absolument indispensable à condition encore que les pertes par infiltration soient voisines de zéro. On peut consulter la station de météorologie la plus proche pour connaître l'évaporation journalière.

Si l'eau est disponible en abondance et son volume illimité, tous les modes d'exploitation sont possibles. Ça pourra être le cas en utilisant le trop plein d'une plaine agricole irriguée. Il faut compter un débit permanent de 3 à 5 litres/ ha/ seconde.

1.4.5 Environnement humain

Il faut considérer la pisciculture comme une activité agricole, au même titre que l'élevage ou l'agriculture. Elle nécessite de la main-d'œuvre et une certaine technicité. Avant d'engager une action piscicole, il est donc nécessaire de se poser quelques questions.

1.4.5.1 Intérêt de la pisciculture dans l'économie locale

- Existe-t-il un manque d'aliments protéiniques dans votre zone d'action ?
- Les aliments protéiniques disponibles sont-ils plus chers ou moins appréciés que les produits espérés de la pisciculture ?
- Peut-on vendre localement les produits de la pisciculture ou y a-t-il un marché possible à l'extérieur, à des prix intéressants ?
- Doit-on faire de la pisciculture dans un but d'autoconsommation ou de commercialisation ?

Si un intérêt se dégage des questions précédentes, on pourra se poser de nouvelles questions comme suit.

1.4.5.2 Moyens de création d'une pisciculture

- Quels sont les sites propices à la création d'une ou de plusieurs exploitations piscicoles ?
- Quels types d'exploitation réaliser en fonction du sol et de l'eau ?
- Quelles formes d'exploitation (Société, Coopérative, Familiale) ?
- Quelles assistances en moyens techniques et matériels sont souhaitables ?

1.4.5.3 Possibilités humaines

- Qui, localement, peut former une coopérative ou une société ?
- Certaines familles ou individus sont-ils motivés à cet endroit pour créer une exploitation piscicole ?
- Peut-on trouver sur place, les moyens humains nécessaires, ou à l'extérieur ?

En rapport avec les réponses apportées avant :

- Quel sera le travail demandé aux pisciculteurs (nombre d'heures/ jour, nombre de jours/ mois et année, gardiennage, trajets aller-retour, etc.) ?
- Le travail piscicole ne gênera-t-il pas les autres travaux agricoles ?
- Si oui, comment peut-on y remédier ?

1.4.5.4 Possibilités matérielles

- Quelles cultures ou élevage pratique-t-on dans la région ?
- Quels sont les déchets ou sous-produits agricoles disponibles gratuitement ?
- Faut-il aller les ramasser, à quelle distance et comment ?
- De quels sous-produits industriels bon marché et proches peut-on disposer ?
- Quel sera le prix de revient des poissons ?
- Doit-on traiter le poisson pour le vendre (congélation, fumage) ?
- Où peut-on le vendre pour en retirer le meilleur bénéfice ?

1.4.5.5 Questions techniques

En fonction des réponses aux questions précédentes, on doit pouvoir répondre sans problèmes aux interrogations suivantes :

- Choix du ou des poissons à élever ?
 - o en fonction de la nourriture disponible,
 - o des types d'exploitation possibles,
 - o de la température et des qualités des eaux,
 - o du volume et du temps d'écoulement des eaux,
 - o de la destination des produits,
 - o du capital disponible (financier et humain).
- Choix des dimensions et des emplacements ?
 - o en fonction de la topographie,

- o du volume d'eau possible,
 - o du but à atteindre,
 - o de la disponibilité de la main-d'œuvre,
 - o de la nature des poissons à élever,
 - o du capital disponible.
- Choix de la méthode de pisciculture ?
 - o en fonction de la technicité de la main d'œuvre et des possibilités d'assistance,
 - o de la rentabilité de chaque procédé,
 - o du nombre d'étangs et de leurs dimensions,
 - o des produits disponibles au meilleur coût.

Lorsque vous aurez répondu d'une façon précise et objective à toutes ces questions, et que vous aurez acquis la conviction que la réalisation d'une entreprise piscicole est souhaitable et possible, alors seulement vous pourrez établir un rapport précis sur les possibilités piscicoles du site d'implantation.

2. Construction d'étangs

Nous avons repris de nombreux extraits de l'excellent « Manuel de Pisciculture Tropicale » (BARD J., DE KIMPE P., LEMASSON J., LESSENT P., 1974). Veuillez vous procurer et vous référer au manuel original en cas de besoin. Ce livre s'avère indispensable si l'on veut pratiquer la pisciculture tropicale. Il est disponible dans les bonnes librairies.

2.1 Choix du type d'étangs

Si les caractéristiques du terrain sont favorables à l'établissement d'une pisciculture, il faut ensuite choisir les types d'étangs à construire. On peut les classer en deux catégories principales :

- *les étangs de barrage* établis dans le fond d'une vallée en construisant une digue en travers de celle-ci. Ils sont alimentés en eau par une ou plusieurs sources, une nappe phréatique ou un cours d'eau dont ils reçoivent le débit en totalité, sans possibilité de contrôle.
- *les étangs en dérivation* établis sur le côté d'une vallée et alimentés en eau par dérivation à partir d'une source ou d'un cours d'eau principal. Ils reçoivent seulement une partie du débit qui est à tout moment contrôlable.

Si l'on peut à son gré disposer de terrains différents et que l'on puisse choisir entre les deux types d'étangs, les critères du choix peuvent être les suivants : voir tableau 2.1.

Tableau 2.1 Comparaison entre étangs de barrage et en dérivation.

Etangs de barrage		Etangs en dérivation	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Construction bon marché en général.	Nécessité d'un déversoir bien étudié. Danger de rupture de la digue en cas de crue.	Exploitation facile. Contrôle de l'eau facile.	Construction chère en général.
Productivité naturelle en rapport direct avec la qualité de l'eau.	Application d'engrais difficile en raison des variations de débit et de l'écoulement des produits.	Application d'engrais et de nourriture artificielle facilitée par la possibilité de régler l'alimentation en eau.	Productivité naturelle faible, surtout si les étangs sont creusés dans un sol infertile.

2.2 Caractéristiques d'un étang

Une fois choisi le type d'étang, il faut déterminer sa forme, ses dimensions, sa profondeur, les cotes d'arrivée d'eau, du niveau de l'eau de l'étang et du point de vidange.

2.2.1 Forme et dimensions

Lorsqu'il s'agit d'un étang de barrage, la forme est évidemment imposée par la configuration du terrain. Par contre, pour les étangs en dérivation qui sont en partie creusés dans le sol, il importe de choisir la forme de façon à réduire au minimum le coût des terrassements et la longueur des digues.

La largeur et la longueur idéale sont de 10 x 40 mètres. L'objectif étant de s'approcher au maximum des 4 ares. On peut avoir des étangs plus petits pour l'alevinage et le pré grossissement. Si on construit un étang trop grand, de plus de 4 ares, il devient difficile à contrôler et sa rentabilité diminue. Il vaut mieux construire 9 étangs de 10 x 40 mètres profonds de 1,50 m qu'un étang de 100 x 100 m, profond de 2 m qui est moins rentable pour la même superficie.

2.2.2 Profondeur

La profondeur minimale d'un étang doit être de 0,50 m. Si la profondeur est plus faible, des plantes nuisibles risquent de s'installer facilement dans l'étang. Cette condition concerne uniquement les étangs en dérivation.

L'étang ne doit pas non plus être trop profond afin que la lumière puisse pénétrer jusqu'au fond et que le phytoplancton puisse se développer dans toute la masse d'eau. En outre, lorsque l'étang est très profond, la construction des digues et des appareils de vidange devient plus compliquée et plus onéreuse. Pour ces raisons, on limite entre 1,50 et 3,00 m la profondeur maximum des étangs de pisciculture intensive. En région subtropicale, la profondeur doit toujours être suffisante pour permettre au poisson d'échapper aux effets nocifs des forts écarts de température. La profondeur idéale est de 1,50 à 2,00 m au niveau du moine (dispositif de vidange).

2.2.3 Cotes des différents point dans l'étang

Il s'agit des cotes (altitude ou profondeur indiquée en mètre) du point d'arrivée d'eau, du niveau de l'eau dans l'étang et du point de vidange. Pour les étangs de barrage, ces cotes sont immédiatement déterminées par la forme de la vallée.

Les étangs en dérivation, comme tout étang de pisciculture, doivent pouvoir facilement se remplir et se vider en toutes saisons.

Il faut donc :

- que le niveau d'eau maximum de l'étang soit légèrement au-dessous de celui du fond du canal d'alimentation : 0,30 m au minimum ;
- que le point de vidange de l'étang soit au-dessus des plus hautes eaux de la rivière pour que la pêche par vidange puisse, autant que possible, être effectuée quel que soit le niveau de l'eau.

En admettant que, dans la partie la plus profonde de l'étang, la hauteur d'eau prévue soit de 1,50 m et que le tuyau d'alimentation aboutisse à 0,30 m au-dessus du plan d'eau, l'installation d'étangs nécessite une différence de niveau minimum de 1,80 m entre la cote d'alimentation (fond du canal) et celle des plus hautes eaux de la rivière. Si la hauteur de l'eau dans le canal est de 0,30 m, la différence de niveau à prévoir entre le niveau de l'eau du canal et le niveau le plus haut de la rivière est de 2,10 m. Au cas où l'étang doit être équipé d'une pêcherie fixe, il faut prévoir un mètre de plus, soit au total 3,10 m.

2.3 Méthode remblais et déblais

2.3.1 Principe

Il s'agit de la méthode R/D (à ne pas confondre avec R&D, Recherche et Développement) qui consiste à égaliser les remblais et les déblais. Lorsque le transport de terre est coûteux ou trop pénible, il est intéressant d'utiliser une méthode permettant d'égaliser approximativement les remblais et les déblais. Les digues sont ainsi construites avec de la terre enlevée en creusant le fond de l'étang.

D'abord, nous devons remplir un tableau reprenant les données suivantes pour les 4 points **a**, **b**, **c**, **d**, considérés dans le sens horlogique (dans le sens des aiguilles d'une montre), **a** étant l'arrivée d'eau et **c** le moine au sortie d'eau.

T = l'altitude du terrain avant construction par rapport au point le plus haut qui vaut 0,00 m pour faciliter les calculs.

B = La hauteur de la banquette (sommet de la digue) par rapport au sol de départ. Notons que la hauteur de la banquette est constante du point de vue attitudinal : la banquette est horizontale.

C = la profondeur de creusement par rapport au sol de départ.

P = la profondeur totale de l'étang, sachant que la hauteur d'eau = **P** moins la « revanche » qui peut varier de 0,20 à 1,00 m et est de 0,25 m en général.

Donc : **Cc** est la profondeur de creusement (**C**) au niveau du moine (point **c**).

Voyons comment remplir un tableau grâce à l'exemple du Tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Tableau de base

Mesures en mètres	a Arrivée d'eau	b	c Moine ou sortie d'eau	d
T Altitude terrain avant construction	0,00 *	-0,10 *	-1,20 *	-1,30 *
B Altitude de la banquette par rapport au sol original	+0,40 *	+ 0,50 *	+ 1,60 *	+ 1,70 *
C Profondeur de creusement	- 0,78	- 0,70	-0,40	-0,10
P Profondeur totale de l'étang	1,18	1,20	2,00 *	1,80

* : Données de base.

2.3.2 Méthode

a) Mesurer, à l'aide d'un niveau, les altitudes sur le terrain des points **a**, **b**, **c**, **d**, sachant que le point le plus haut a valeur = 0,00 m.

Dans l'exemple précédent, on a un terrain irrégulier de pente en long valant $\pm 3\%$ et de pente en large valant $\pm 1\%$ vers la droite entre **a** et **b** et vers la gauche entre **d** et **c**. On inscrit les valeurs **Ta**, **Tb**, **Tc**, **Td** mesurées sur le terrain.

Pour calculer, on prendra toutes les données en valeur absolue.

b) On inscrit **Pc** qui est choisi selon le cas, ici à 2,00 m ce qui est la profondeur de l'étang au niveau du point bas, le moine. On a à cet endroit 1,75 m d'eau étant donné que la revanche vaut 0,25 m (donnée fixe).

c) Calculer **Pa**, **Pb**, **Pd** connaissant la pente de l'assiette (fonds de l'étang), ici fixée à 2%.

Calcul :

Distance **cd** = 10 m.

$$\frac{2}{100} \times 10 = 0,20 \text{ m,}$$

à retrancher de 2,00 m, soit = 1,80 m

$$\text{donc } \mathbf{Pd} = 1,80 \text{ m}$$

Pour le point **a**, on sait (Cf. Pythagore) que la distance qui le sépare de **c** vaut la racine carrée de la somme des carrés des deux côtés du triangle rectangle, soit

$$\sqrt{(100 + 1.600)} = 41,23 \text{ m.}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{100} \times 41,23 = 0,82 \text{ et } 2,00 - 0,82 = 1,18 = \text{profondeur en } \mathbf{a} = \mathbf{Pa}$$

d) Ensuite on doit essayer d'évaluer **Cc** sachant qu'il y a autant de remblais que de déblais, voici la méthode :

$$\mathbf{Cc} = \frac{(\mathbf{Tc} - \mathbf{Pc})}{2}$$

$$\Rightarrow \mathbf{Cc} = \frac{(1,20 - 2,00)}{2} = 0,40$$

e) Ensuite, on détermine **Bc** tel que

$$\mathbf{Bc} = \mathbf{Pc} - \mathbf{Cc}$$

soit $2,00 - 0,40 = 1,60 \text{ m} = \mathbf{Bc}$

En effet, **B + C = P** en chaque point.

f) Il faut maintenant fixer **Ba**, **Bb** et **Bd**

Pour ce faire, calculons de combien la banquettes dépasse l'altitude initiale 0,00 soit l'altitude **B**.

$$\text{Altitude } \mathbf{B} = \mathbf{Bc} - \mathbf{Tc} = 1,60 - 1,20 = 0,40 \text{ m}$$

$$\mathbf{Ba} = \mathbf{Ta} + \text{Altitude } \mathbf{B}$$

idem pour **b** et **d**, soit :

$$\mathbf{Ba} = 0,00 + 0,40 = 0,40 \text{ m}$$

$$\mathbf{Bb} = 0,10 + 0,40 = 0,50 \text{ m}$$

$$\mathbf{Bd} = 1,30 + 0,40 = 1,70 \text{ m}$$

g) Nous pouvons alors calculer **Ca**, **Cb** et **Cd**

$$\mathbf{Ca} = \mathbf{Pa} - \mathbf{Ba}$$

idem pour **b** et **d**, soit :

$$\mathbf{Ca} = 1,18 - 0,40 = 0,78 \text{ m}$$

$$\mathbf{Cb} = 1,20 - 0,50 = 0,70 \text{ m}$$

$$\mathbf{Cd} = 1,80 - 1,70 = 0,10 \text{ m}$$

Notre tableau est ainsi rempli.

2.3.3 Calcul du volume des digues

$$\mathbf{Vd} = \frac{(\mathbf{s} + \mathbf{S})}{2} \times \mathbf{P}$$

Vd = Volume des digues en m³.

s = section de la digue en **a** (petite base + grande base divisée par 2 et multiplié par la hauteur) en m².

S = section de la digue en **c** en m².

P = Périmètre de la digue à l'extérieur de la banquette en m.

Pour des pentes $\frac{1}{1}$ à l'intérieur et $\frac{1}{1,5}$ à l'extérieur.

NB : $\frac{1}{1}$ équivaut à 100% de pente et $\frac{1}{1,5}$ équivaut à 67% de pente.

Puisque **Ba** est le plus petit des **B** (sinon, prendre le plus petit des **B**),

$$\text{la section de la digue en A vaut : } \mathbf{s} = \frac{(\mathbf{Ba} \times 2,5) + 2}{2} \times \mathbf{Ba}$$

$$\mathbf{s} = \frac{(0,40 \times 2,5) + 2}{2} \times 0,40 = 0,6 \text{ m}^2$$

$$\text{La section de la digue en C vaut : } \mathbf{S} = \frac{(\mathbf{Bc} \times 2,5) + 2}{2} \times \mathbf{Bc}$$

$$\mathbf{s} = \frac{(1,60 \times 2,5) + 2}{2} \times 1,60 = 4,8 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{P} = ((\text{distance } \mathbf{a} \mathbf{b} + 2) \times 2) + ((\text{distance } \mathbf{b} \mathbf{c} + 2) \times 2) = 108 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \mathbf{Vd} = 291,60 \text{ m}^3$$

2.3.4 Calcul du volume creusé

$$V_c = X \times Y \times Z$$

V_c = volume creusé en m^3

X , Y et Z = hauteur, largeur et longueur moyennes à creuser en m

La hauteur moyenne à creuser vaut : $X = \frac{h+H}{2} = \frac{0,10+0,78}{2} = 0,44m$

h = le plus petit des C , ici $C_d = 0,10$

H = le plus grand des C , ici $C_a = 0,78$

La largeur moyenne à creuser vaut :

$$Y = \frac{(2 \times ab) - Pa - Pb - Pc - Pd - 4 + Ca + Cb}{2}$$

$a b$ étant la distance $a b$, soit 10 m

$$Y = \frac{20 - 1,18 - 1,20 - 2,00 - 1,80 - 4 + 0,78 + 0,70}{2} = 5,65m$$

La longueur moyenne à creuser vaut :

$$Z = \frac{((2 \times bc) - Pa - Pb - Pc - Pd - 4 + Cb + Cc)}{2} = 35,46m$$

⇒ le volume creusé vaut : $V_c = 0,44 \times 5,65 \times 35,46 = 88,15 m^3$

2.3.5 Egalisation des remblais et déblais

Nous voyons que nous avons creusé seulement $88 m^3$ pour devoir montrer $292 m^3$. Il nous manque $204 m^3$, ce qui est beaucoup. Ceci est dû à notre forte pente initiale.

En refaisant les calculs par approches successives, nous allons essayer d'atteindre l'égalité des remblais et déblais.

Premier essai : nous allons « sur creuser » de 0,40 m (valeur à estimer).

Le tableau 2.1 devient alors après calcul le tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Nouveau tableau de base.

Mesures en m	a Arrivée d'eau	b	c Moine ou sortie d'eau	d
T Altitude terrain avant construction	0,00	-0,10	-1,20	-1,30
B Altitude de la banquette par rapport au sol original	0,00	+ 0,10	+ 1,20	+ 1,30
C Profondeur de creusement	- 1,18	- 1,10	-0,80	-0,50
P Profondeur totale de l'étang	1,18	1,20	2,00	1,80

Seule la banquette (**B**) est descendue de 0,40 m : (-0,40)

et le creusement (**C**) est descendu de 0,40 m : (+0,40)

$$\Rightarrow Vd = \frac{0,00 + 3,00}{2} \times 108 = 162 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow Vc = 0,84 \times 6,05 \times 35,86 = 182,24 \text{ m}^3$$

Cette fois, on a presque la correspondance. On peut s'arrêter là et conserver le second tableau. Si l'on est encore loin de l'égalité, on peut y arriver par approches successives, méthode mathématique lente mais simple.

Quand on a un groupe d'étangs, le **V c** reste le même mais le **V d** change car certaines digues servent à deux étangs. On doit les compter seulement une fois.

De plus, ces digues ont une pente $\frac{1}{1}$ de chaque côté.

$$\Rightarrow s = \frac{(Ba \times 2) + 2}{2} \times Ba \quad \text{pour ces digues là.}$$

2.4 Principales parties d'un étang

On énumère les principales parties de l'étang dans l'ordre suivant lequel elles doivent être réalisées.

Cet ordre diffère selon qu'il s'agit d'un étang de barrage ou d'un étang en dérivation (Cf. Tableau 2.3).

Tableau 2.3 : Opérations pour la construction d'étangs

	Etang en dérivation	Etang de barrage
1^{ère} opération	Aménagement du système d'alimentation en eau.	Nettoyage de l'assiette.
2^{ème} opération	Nettoyage de l'assiette et creusement de l'étang.	Drainage de l'assiette.
3^{ème} opération	Aménagement de la prise d'eau et construction du moine.	Construction du moine.
4^{ème} opération	Construction des digues.	Construction de la digue.
5^{ème} opération		Aménagement du déversoir.

Il faut respecter rigoureusement cet ordre si l'on veut faire des étangs convenables et productifs. C'est seulement avec l'expérience que vous pourrez inverser certaines étapes lorsque le matériel n'est pas prêt.

2.4.1 Système d'alimentation en eau

Les étangs de barrage sont alimentés directement par une source ou un ruisseau.

Pour les étangs en dérivation, il n'en est pas de même et le système d'alimentation comporte :

- Une prise d'eau à l'amont du canal de dérivation.
- Le canal.
- Des prises d'eau dans le canal qui amène l'eau dans les étangs.

2.4.1.1 Prise d'eau à l'amont du canal

Cette prise d'eau n'existe pas si le canal est alimenté par une source dont le débit est utilisé en totalité ou s'il est alimenté par une pompe. Si, au contraire, l'eau vient d'un cours d'eau, il est nécessaire de prévoir un dispositif pour prendre dans le cours d'eau le débit dont on a besoin et rien de plus. La meilleure prise d'eau est un gros tuyau de béton ou de fer pourvu d'une vanne. De tels dispositifs sont assez chers et peuvent être remplacés par des appareils plus simples tels que la vanne noyée constituée d'une planchette coulissant entre deux rainures de béton. S'il n'est pas possible d'installer une vanne noyée, des déversoirs placés à l'aval de la prise d'eau peuvent, à la rigueur, évacuer les eaux en excédent. Très souvent, il est indispensable d'élever le niveau de l'eau du cours d'eau par un petit barrage en clayonnage, pierre, argile ou béton (mais

pas en maçonnerie ou en briques) édifié à l'aval de la prise d'eau et pourvu d'un déversoir ⁽²⁾.

Le déversoir doit être au moins aussi large que le cours d'eau barré.

Les prises d'eau s'installent, si possible, à contre-courant pour éviter le transport des matériaux que charrie la rivière vers les étangs.

2.4.1.2 Canal de dérivation

Ce canal alimenté en principe par un débit constant mais réglable, est destiné à amener l'eau à la partie supérieure des étangs construits de façon que leur vidange puisse être faite quel que soit le niveau de l'eau dans le fond de la vallée. Cette condition est très importante et doit être strictement respectée. Dans les cas trop fréquents où elle ne l'est pas, les étangs ne sont plus que de simples diverticules du cours d'eau dont les crues démolissent les digues et d'où les poissons sortent et entrent à volonté.

On choisit le tracé du canal en piquetant une courbe de niveau au moyen du clinomètre (appelé aussi clisimètre par les forestiers). On fait ensuite quelques sondages à la tarière pour voir s'il ne se présente pas de difficultés particulières (présence de rochers en particulier).

Les dimensions du canal sont décrites dans le Tableau 2.4.

Tableau 2.4 : Dimensions d'un canal.

	Installations familiales quelques litres/seconde	Installations importantes 20 à 50 l / s
Largeur du plafond	0,25 à 0,30 m	0,50 m
Profondeur	0,25 à 0,40 m	0,60 à 0,80 m
Inclinaison des parois	1,5 / 1	1,5 / 1
Largeur de la gueule	0,60 à 1,00 m	1,50 à 1,80 m
Pente du fond	0	1 pour mille (1 cm/10 m)

Il est indispensable que la vitesse du courant dans le canal n'entraîne pas l'érosion de ses parois. La vitesse maximum de l'eau varie avec la nature du terrain : 0,15 m / s dans la terre fine et 1,00 m / s dans les cailloux.

² Si le cours d'eau débite plus de 100 litres/seconde, la construction du barrage devient délicate ; il faut consulter un spécialiste.

Si l'on ne peut suivre la courbe de niveau pour une raison quelconque et que l'on doit faire descendre le niveau du canal, il faut prévoir une chute verticale ou oblique bétonnée ou bien un tuyau, mais il ne faut en aucun cas donner au canal une pente trop forte. Si malgré toutes ces précautions, l'eau du canal est trouble, il faut prévoir sur le parcours des bassins de décantation ou des élargissements conçus de telle façon que la vitesse du courant y soit assez faible pour favoriser le dépôt des matières en suspension.

2.4.1.3 Terrassement du canal de dérivation

Après les dernières vérifications du tracé définitif, on peut procéder au terrassement du canal à sec, en commençant où l'on veut, suivant les nécessités du moment. Cette opération se fait en trois temps.

a) D'abord creuser la partie centrale avec des parois verticales distantes d'une largeur égale à la largeur du fond, puis on ajuste la pente en long du fond, et l'on procède au talutage (coupe des talus).

b) Attention de laisser en place (dans l'axe ou sur les bords) les piquets dont les sommets doivent servir de repères pour la profondeur et de rejeter les terres de déblai en contrebas afin d'éviter un débordement éventuel en période de crues.

c) Pour ajuster la pente en long du fond lorsqu'on dispose de piquets repères, on utilise des nivelettes ⁽³⁾. On place deux nivelettes fixes, de hauteur identique dans le canal déjà creusé aux points **A** et **B** repérés, sur le terrain lors du piquetage. Le pied de la troisième nivelette **C**, de même hauteur que les deux autres, indiquera le niveau du fond du canal en cet endroit lorsque la latte **C** se trouvera dans le plan de visée formé par les lattes **A** et **B**.

Une autre méthode consiste à utiliser un niveau de maçon où, à partir d'un piquet repère, on enfonce tous les 3 ou 4 m un piquet dans le canal en construction. A l'aide d'une règle et du niveau de maçon, on place les sommets de tous les piquets sur une ligne horizontale. En creusant jusqu'à une profondeur fixe au-dessous du sommet des piquets, on aura un canal dont le fond sera parallèle à la ligne des sommets des piquets, c'est-à-dire horizontal dans le cas présent.

³ Les nivelettes sont des piquets de hauteur identique avec à leur sommet une petite latte horizontale pour réaliser une visée d'une nivelette à l'autre.

Pour donner une faible pente au fond du canal, on place entre la règle et le piquet du côté où l'eau doit couler (aval), une petite cale dont l'épaisseur est égale à la dénivelée relative à la longueur de la règle.

Exemple : Si la pente est de 1 pour mille, et que la règle mesure 4 m, l'épaisseur de la cale, du côté aval, sera de :

$$4\text{m} \times \frac{1}{1.000} = 4\text{mm}$$

Enfin, l'opération du talutage consiste à tailler les bords du canal de façon à leur donner la pente choisie en fonction de la nature du terrain. Les terres de déblai seront rejetées en contrebas comme les précédentes.

Dans les petits canaux horizontaux ayant à peu près partout la même profondeur, on vérifie la régularité du terrassement en utilisant un gabarit qui a la forme de la section du canal et que l'on déplace de proche en proche tout le long du tracé.

Lorsque, en certains endroits du parcours, les canaux doivent être approfondis, le même gabarit est utilisé pour vérifier que la largeur constante du plafond et la pente régulière des berges ont bien été respectées, dans la partie la plus profonde du canal.

Inversement, lorsque le canal doit passer par certains points hauts et à flanc de colline, la profondeur du terrassement sera plus faible et l'aménagement d'une banquette sur le côté du canal est nécessaire. Celle-ci sera construite en terre parfaitement compactée et la crête, d'une largeur suffisante, devra atteindre partout le même niveau au-dessus de la section mouillée.

L'installation des chutes d'eau en maçonnerie destinées à ramener la pente du canal au maximum acceptable, doit toujours être faite avant la première mise en eau, afin d'éliminer tous les risques d'érosion.

Par contre, la mise en place des trop-pleins, des bacs de décantation et des fossés de garde pour l'évacuation des eaux de pluie est moins urgente.

Pour terminer, il faut noter que le procédé qui consiste à creuser un canal (à reculons) par petites sections à partir de la rivière jusqu'à la profondeur suffisante pour que l'eau y coule, aboutit systématiquement à donner trop de pente au canal. Ce procédé ne doit pas être utilisé par un technicien de la pisciculture.

2.4.2 Arrivée d'eau dans l'étang

Cette prise d'eau permet le réglage du débit d'entrée de l'eau dans l'étang et doit d'autre part, empêcher la circulation des poissons entre le canal et l'étang.

Pour les petits étangs, la meilleure prise d'eau est un tuyau de fer galvanisé de 50 / 60 mm ou 60 / 70 mm avec une vanne à l'amont et une boîte de protection à l'aval. Ce tuyau est placé perpendiculairement au canal. La vanne se trouve dans celui-ci de préférences au-dessus d'une petite fosse de décantation. L'extrémité aval du tuyau sort à 30 ou 40 cm au-dessus de l'étang et l'eau tombe à travers la boîte de protection. Le débit est réglé par la vanne et les poissons indésirables sont recueillis sur la grille ⁽⁴⁾ de la boîte de protection. Si l'on veut nettoyer celle-ci, on doit d'abord fermer la vanne. On retire ensuite la boîte de protection que l'on secoue pour faire tomber les poissons et détritux divers en dehors de l'étang.

Pour les étangs plus grands, on peut utiliser une vanne de gros diamètre sur tuyau métallique, ce qui est onéreux, ou une vanne à planchette noyée sur canal bétonné horizontal. Dans ce cas-là, la boîte de protection est inutilisable et doit être remplacée par une ou des grilles ordinaires placées dans des rainures verticales qui donnent malheureusement moins de garanties contre les intrusions de poissons étrangers. L'entrée de l'eau dans l'étang se fait par une chute comme dans le cas précédent.

Notons que le tuyau ou le canal de prise d'eau est toujours horizontal et n'est jamais en pente vers l'aval. Son extrémité aval doit toujours être au-dessus de l'eau (0,30 m en général).

2.4.3 Fondou « assiette » de l'étang

Il doit être complètement débarrassé de toute végétation spécialement des arbres dont les souches doivent être enlevées (on peut utiliser un bulldozer ou un treuil).

Le fond de l'étang doit être aménagé pour que celui-ci puisse être vidé complètement et que, à la fin de l'opération, le poisson soit rassemblé près du système de vidange.

⁴ Les grilles utilisées sont en général en matière plastique (polyamide) et non en métal qui s'oxyde et se perce trop facilement

Pour cela, il faut que le fond soit en pente descendante vers le système de vidange. La pente doit être douce et régulière pour que, lorsque l'on vide l'étang, l'eau se retire régulièrement et lentement. Il ne faut pas qu'il reste de flaques isolées et les poissons doivent descendre progressivement vers les endroits les plus profonds.

On peut facilement obtenir ce résultat dans les petits étangs (de moins de 1.000 m²) en donnant au fond une pente de 1 à 5 %. Pour cela, il faut procéder au piquetage du fond (assiette) de l'étang. On prend souvent 2% de pente pour le fond.

Cette opération a pour but de déterminer, grâce à des piquets mis en place à l'intérieur de l'étang, la profondeur à creuser à l'emplacement de chaque piquet.

A partir du point de vidange que nous avons déterminé antérieurement, où la hauteur d'eau doit être, par exemple 1,50 m, on dispose dans la zone délimitée par les digues un certain nombre de piquets placés en arcs de cercle équidistants, sensiblement concentriques, ayant comme centre le piquet du point de vidange.

La profondeur de l'étang dans la partie la moins profonde ne devant jamais être inférieure à 1,00 m, on disposera ainsi 5 rangées de piquets : une pour la profondeur 1,40 m, une pour 1,30 m, une pour 1,20 m, une pour 1,10 m, et la dernière pour 1,00 m, laquelle doit se trouver à proximité du bord de l'étang, du côté du canal d'alimentation. Si la pente choisie est par exemple de 2%, les rangées de piquets indiquant d'une courbe à l'autre une perte de profondeur de 0,10 m devront être espacées de :

$$(100 \times 0,10) / 2 = 5 \text{ m comptés en distance horizontale.}$$

On coupe ensuite tous les piquets, y compris celui de la vidange, au niveau d'un même plan horizontal matérialisant le plan d'eau maximum de l'étang. Cette opération se fait avec un clinomètre ou un niveau.

Si on désire avoir 1,50 m d'eau au point de vidange, on creusera l'étang à 1,50 m du sommet des piquets et ainsi de suite jusqu'à la dernière rangée.

Si on désire avoir 1,40 m d'eau tout le long de la première rangée de piquets, on creusera l'étang à 1,40 m du sommet des piquets et ainsi de suite jusqu'à la dernière rangée.

Pour matérialiser sur le terrain la profondeur à creuser, on place près de chaque piquet une baguette coupée à la longueur désirée : 1,50 m ; 1,40 m ; 1,30 m, etc. Ainsi l'ouvrier devra enlever la terre autour de chaque piquet jusqu'au moment où l'extrémité supérieure de la baguette placée verticalement pourra coïncider avec le sommet du piquet resté en place.

On donne ainsi automatiquement au fond de l'étang la forme d'une cuvette qui permettra l'évacuation totale des eaux au cours des vidanges.

Dans les grands étangs, ces opérations ne sont pas toujours possibles. Il faut creuser des drains qui aboutissent au système de vidange facilitant ainsi la descente du poisson. On leur donne une pente un peu plus forte que celle du fond. Le piquetage des drains se fait comme celui du canal de dérivation (voir § 2.4.1.2 ci-dessus).

S'il s'agit d'un étang sur fond de vallée et recouvrant notamment le lit d'un ruisseau, il faut procéder à la rectification de celui-ci et piqueter un réseau comme indiqué ci-dessus.

2.4.4 Appareil de vidange

Tout étang de pisciculture intensive doit pouvoir se vidanger à tout moment et complètement, sans qu'il y reste une flaque. Si cette condition n'est pas remplie, il est impossible d'envisager une pisciculture intensive. Le meilleur appareil de vidange est le « moine ».

2.4.4.1 Description du moine

Le moine se compose d'une construction verticale dont la section horizontale a la forme d'un U ouvert vers l'étang et d'une canalisation qui traverse la digue de l'étang et aboutit dans une pêcherie :

- La partie verticale du moine doit être construite à l'endroit le plus profond de l'étang de préférence et le plus loin possible de l'arrivée d'eau. Cette partie verticale comporte une paroi dorsale et deux ailes latérales. On aménage dans les ailes latérales deux rainures. Dans ces rainures glissent des planchettes de bois qui s'appliquent les unes au-dessus des autres et ferment ainsi le moine. Pour rendre la fermeture étanche, on bourre de l'argile entre les deux rangées de planchettes. Enfin, on pose une grille sur le sommet de l'une des rangées pour empêcher la fuite des poissons.

- La canalisation d'évacuation traverse la digue. Elle doit être bien étanche et assez solide pour supporter la pression de la digue.
- La pêcherie est l'endroit où se rassemblent les poissons à la fin de la vidange et où ils sont ramassés. C'est un canal élargi à l'extrémité duquel on aménage une rainure assez large pour pouvoir y glisser deux grilles. Une petite dénivellation à l'aplomb des rainures permet d'éviter que les matériaux solides ne soient arrêtés par le cadre des grilles. Les poissons entraînés par l'eau qui a traversé la canalisation d'évacuation se rassemblent dans la pêcherie où on peut les attraper rapidement et proprement sans qu'ils aient à souffrir d'un long séjour dans l'eau sale.

2.4.4.2 Construction du moine

Le moine se fait ordinairement en béton. On trouve des figures de moine dans de nombreux ouvrages.

La base du moine doit se trouver légèrement au-dessous du point le plus bas de l'étang et sur le terrain ferme. Si le sol n'est pas assez solide, à l'endroit choisi, il faut : soit construire des fondations sur sol dur, soit déplacer l'ouvrage à un endroit qui, au même niveau que l'emplacement initial, permettra, au moyen d'un collecteur, d'assurer la vidange totale de l'étang.

Par rapport à la digue, le moine sera placé de façon à ne pas être obstrué par les éboulis de celle-ci. Il sera donc installé à 0,50 ou 1,00 m devant le pied de la digue sinon il faudra construire un petit muret de protection de chaque côté des ailes latérales.

Avant l'édification du moine, on met en place la conduite d'évacuation. Celle-ci peut être composée d'éléments préfabriqués et posés sur un radier ou coulés sur place dans un coffrage. Une solution économique consiste à utiliser un bananier suffisamment long comme coffrage intérieur. La conduite sera ainsi installée sur place d'une seule pièce sans difficulté.

Dans tous les cas, on veillera à l'étanchéité et à la pente (1% environ) de la conduite dont le diamètre sera en rapport avec la quantité d'eau à évacuer soit :

- 0,10 à 0,15 m pour les petits étangs,
- 0,20 m pour les étangs de 4 à 10 ares,
- 0,30 m pour les étangs de 10 à 20 ares,
- 0,30 à 0,40 m pour les étangs de 1 ha.

Les dimensions des moines varient en fonction de avec la surface de l'étang. La hauteur est toujours la même que celle de la digue.

A titre d'exemple, on donne ci-dessous deux dimensions courantes de moines :

- moine pour petits étangs :
 - hauteur : 1,50 m,
 - largeur : 0,57 m,
 - longueur des ailes : 0,44 m,
 - épaisseur : 0,12 m.
- moine pour étangs moyens :
 - hauteur : 2,00 m,
 - largeur : 0,70 m,
 - longueur des ailes : 0,54 m,
 - épaisseur : 0,15 m.

Les fondations du moine et de la conduite d'évacuation doivent être suffisantes pour éviter le moindre affaissement et doivent être toujours beaucoup plus larges que le pourtour du moine.

Dans le cas où plusieurs étangs de la même dimension ou de dimensions voisines sont faits au même endroit, il peut être avantageux de pré fabriquer des moines en béton standardisés (cas d'une station de pisciculture par exemple). Les planchettes et les grilles sont alors interchangeables. Egalement, dans ce cas, il est intéressant de grouper les moines par deux ou plus, de façon à réduire le nombre des pêcheries (moine une fois à gauche et une fois à droite pour 2 étangs côte à côte).

Les pêcheries se construisent en béton. Leurs dimensions dépendent de celles de l'étang et de la quantité de poisson à ramasser. Le fond de la pêcherie doit être placé à 0,30 m au moins au-dessous du bas de la conduite d'évacuation du moine. Les pêcheries sont souvent avantageusement remplacées par des caisses de captures.

On trouvera plus loin des indications sur la composition des bétons, ainsi que des devis de matière pour la réalisation des moines. (Cf. § 2.6, 2.7, 2.8).

2.4.4.3 Tuyau

Dans les petits étangs et de plus en plus, on peut supprimer le moine et se contenter d'une conduite d'évacuation fermée par un bouchon, ou un robinet. Cette conduite peut être faite à l'aide de toutes sortes de matériaux : béton, maçonnerie, briques, fer, bois, bambou, matière plastique, etc.

L'emploi de ce système simple doit rester très limité. Dans les étangs moyens ou grands, il est tout à fait insuffisant car il ne permet pas un bon contrôle de la sortie de l'eau.

Pour les étangs de 4 ares (10 x 40 m), on peut utiliser un moine en tuyau PVC facile à montrer et très pratique.

La longueur de tuyau nécessaire sera égale à la plus grande base de la digue plus la hauteur de celle-ci en tuyau droit. Il faut encore ajouter 2 coudes dont un sera collé au bout de la partie de tuyau verticale. Un pieu et une corde retiennent le tuyau, ce qui permet de régler le niveau dans l'étang à loisir. La vidange se fait en abaissant totalement le tuyau vertical. On peut alors y installer la cage de capture.

2.4.5 Digue

Les digues entourent l'étang sur un ou plusieurs côtés suivant sa situation. Une digue est un remblai en terre compactée destiné à retenir l'eau. En section, une digue a la forme d'un trapèze dont les deux bases sont horizontales.

La digue doit être faite en matériaux imperméables et repose elle-même sur une couche imperméable. Si les matériaux sont médiocres, il faut augmenter son épaisseur. En effet l'eau imprègne les terres de la digue suivant une courbe que l'on appelle « ligne de saturation ». L'épaisseur de la digue est suffisante quand la ligne de saturation coupe le pied aval de la digue. On observera qu'il est normal que la digue suinte quelque peu à l'aval.

2.4.5.1 Dimension à donner à la digue

Une digue se caractérise par :

- sa largeur au sommet,
- sa hauteur,
- sa largeur à la base,
- la pente des côtés.

La largeur au sommet doit être au minimum d'un mètre et plus, naturellement, si elle est utilisée comme route. La hauteur est égale à celle de l'eau dans l'étang plus 0,25 m au minimum. La largeur à la base = la largeur au sommet + 2,5 à 3 fois la hauteur dans le cas d'une terre argileuse, ou 5 fois la hauteur dans le cas d'une terre sableuse.

Les pentes des côtés sont d'environ $\frac{1}{1,5}$ ou $\frac{1}{2}$

Assez souvent on donne une pente légèrement plus forte du côté aval et une pente légèrement plus faible du côté amont. Elles varient suivant la nature de la terre employée.

2.4.5.2 Piquetage des digues

Cette opération consiste à matérialiser les caractéristiques des digues sur le terrain pour délimiter les remblais à monter autour de l'étang. Des piquets indiquent la hauteur de la digue à l'emplacement de celle-ci, ainsi que sa largeur au sommet. L'alignement des piquets se fait en utilisant soit le clinomètre, soit un niveau. On place également de petits piquets pour matérialiser la largeur à la base de la digue et pour matérialiser la forme de celle-ci ; on relie enfin les piquets par des ficelles. Le piquetage des digues se fait en général en même temps que celui de l'assiette de l'étang.

Notons qu'il peut arriver que dans le cas de la construction d'un étang en dérivation, le piquetage amène à prévoir la digue complètement en remblais. Le volume de terre que l'on peut tirer du fond de l'étang peut alors être insuffisant et il faudra pendre de la terre ailleurs. Il existe cependant une meilleure solution : on peut équilibrer les déblais et les remblais en avançant l'emplacement de l'entrée du moine à l'intérieur de l'étang de façon que le tiers inférieur de la digue horizontale aval soit constitué par le sol en place.

2.4.5.3 Terrassement des digues

L'assiette de l'étang étant nettoyée, la prise d'eau et l'appareil de vidange étant en place, on peut commencer à monter les digues (mais seulement à ce moment-là). Le terrain est décapé complètement de façon à faire apparaître la terre argileuse. L'humus, les débris végétaux, les arbres, les souches et les pierres doivent être minutieusement enlevées. Si le sol sous-jacent n'est pas argileux, il est nécessaire d'y ouvrir une tranchée dont le fond repose sur une couche

argileuse ou du moins suffisamment compacte. Cette tranchée est remplie de terre argileuse rapportée.

La digue est ensuite montée par apport d'argile en couches horizontales successives d'environ 0,30 m d'épaisseur. Suivant la distance à parcourir, les apports de terre peuvent se faire à l'aide de paniers, de brouettes, de charrettes, d'un bulldozer ou d'un scraper. Au fur et à mesure que la digue monte, on tasse vigoureusement les faces extérieures des ouvrages en les damant ou en les frappant avec des tiges de bois souples (une nervure de palmier par exemple). Une excellente pratique consiste à poser les premières planchettes du moine pendant que l'on monte la digue. L'eau monte ainsi en même temps que l'agile de la digue et fait gonfler celle-ci, ce qui lui assure une bonne cohésion.

Lorsqu'on dispose seulement de terre sableuse, il est recommandé de recouvrir le parement amont (face extérieure amont de l'ouvrage) de la digue d'une couche de terre argileuse.

Une fois terminée, la digue doit être protégée contre l'érosion de l'eau de pluie. Pour cela, il est bon de la recouvrir d'un peu de terre végétale et d'y planter des herbes rampantes qui forment un tapis vert continu.

Dans les très grands étangs, il est en outre nécessaire de protéger le parement amont de la digue contre les petites vagues que peut soulever le vent. Cette protection se fait le plus souvent en recouvrant le parement amont de pierres sèches (ce qui est assez onéreux).

Il est à noter qu'il est formellement déconseillé de faire des digues d'étang en maçonnerie, ce qui coûte trop cher et qui fuit souvent. Les barrages en béton sont bons mais trop chers pour une simple pisciculture.

2.4.6 Déversoir

Dans les étangs en dérivation munis d'un moine, l'arrivée de l'eau dans l'étang est contrôlée et le léger filet d'eau qui en sort est évacué par le sommet du moine. S'il s'agit d'un très petit étang où l'appareil de vidange est un simple tuyau fermé par un bouchon, il faut prévoir un tuyau de trop-plein.

Dans un étang de barrage, il est absolument nécessaire d'évacuer les eaux en excès lorsque le débit du ruisseau augmente. Pour cela, on emploie un déversoir. Si le débit de crue est faible, le déversoir peut être un couloir creusé sur le côté de la digue dans le terrain naturel. Le niveau amont de son radier se si-

tue à la hauteur maximum souhaitée pour l'eau de l'étang et naturellement toujours plus bas que le sommet de la digue. Le radier du déversoir est en pente douce vers l'aval sans chute brusque.

Si le débit de crue est important, il faut envisager des ouvrages de maçonnerie souvent onéreux construits par des spécialistes. L'installation d'un déversoir soulève trois questions :

- Doit-on y mettre une grille ?
- Quelles dimensions lui donner ?
- Comment protéger le déversoir contre l'érosion ?

2.4.6.1 Grille du déversoir

L'étang étant fait pour élever des poissons, il faut donc les empêcher d'en sortir par le déversoir. Ceci peut être réalisé au moyen d'une grille ou écran placé en travers. L'expérience prouve, malheureusement que de tels dispositifs sont plus nuisibles qu'utiles. En cas de crue en effet, les débris divers charriés par l'eau obstruent la grille et annulent l'effet du déversoir. La digue risque alors d'être submergée et de se rompre.

Il vaut mieux ne mettre aucun obstacle en travers du déversoir et le maintenir constamment propre. Pour éviter autant que possible les évasions de poissons, on pourra utilement donner au déversoir une largeur telle que la hauteur de la lame d'eau n'excède pas 5 cm.

2.4.6.2 Dimensions du déversoir

La section du déversoir est déterminée d'après le débit maximum du cours d'eau qui alimente l'étang. Ce renseignement est obtenu auprès des services compétents. Une fois cette section déterminée et compte tenu de ce qui est indiqué ci-dessus sur la hauteur maximum de la lame d'eau, on peut déterminer la largeur du fond du déversoir.

On donne en général aux déversoirs une section en forme de trapèze semblable à celle des canaux d'alimentation. S'il s'agit d'un grand étang pour lequel le sommet de la digue est prévu pour le passage des voitures, il faut aménager spécialement le déversoir. On donne alors aux côtés de celui-ci, une pente suffisamment douce pour que les voitures puissent passer dans le déversoir. Si la hauteur de la lame d'eau est limitée comme indiquée ci-dessus, un tel aménagement est très facile et bien plus économique que la construction d'un ponceau.

2.4.6.3 Protection du déversoir

Le déversoir peut être traversé par des courants d'eau animés d'une très grande vitesse, il est donc très important de se prémunir contre les dégâts éventuels d'érosion. Il y a deux précautions essentielles à prendre :

- Le déversoir ne doit pas comporter de chute à l'aval : il faut au contraire lui donner une pente en long régulière.
- Les parois du déversoir doivent être protégées, soit par engazonnement soit par des matériaux solides : pierres, maçonnerie en béton ou simplement de la terre bien compactée.

2.5 Méthode simple

Grâce au tableau de calcul des remblais/déblais et à un rapide croquis de l'étang, il est possible de déterminer l'écartement et la profondeur de chacun des 4 points formant la surface de l'assiette. Pour marquer ces points, coupez 4 piquets de longueur supérieure au niveau de l'eau dans l'étang au point le plus bas (c). Entaillez-les à partir du haut à la distance qui vaut la profondeur d'eau au point considéré. Vous avez alors 4 piquets avec 4 encoches, dans le cas classique à 1,75 ; 1,55 ; 0,95 et 0,93 m.

Calculez le niveau de l'eau par rapport au point de repère attitudinal (a) puis enfoncez chaque piquet, localisé préalablement, de telle sorte que la tête du piquet soit au niveau futur de l'eau.

L'ouvrier doit ensuite creuser jusqu'à atteindre les encoches. Il peut aplanir le fond en utilisant des cordes tendues entre les encoches et une autre corde glissant sur deux de ces cordes, de manière à atteindre le centre de l'étang. La terre enlevée est directement posée là où les digues doivent être montées.

On doit compter 30 h / j par étang de 4 ares pour le creusement dans les cas les plus courants et le double si le sol se laisse creuser moins facilement.

3. Biologie des poissons

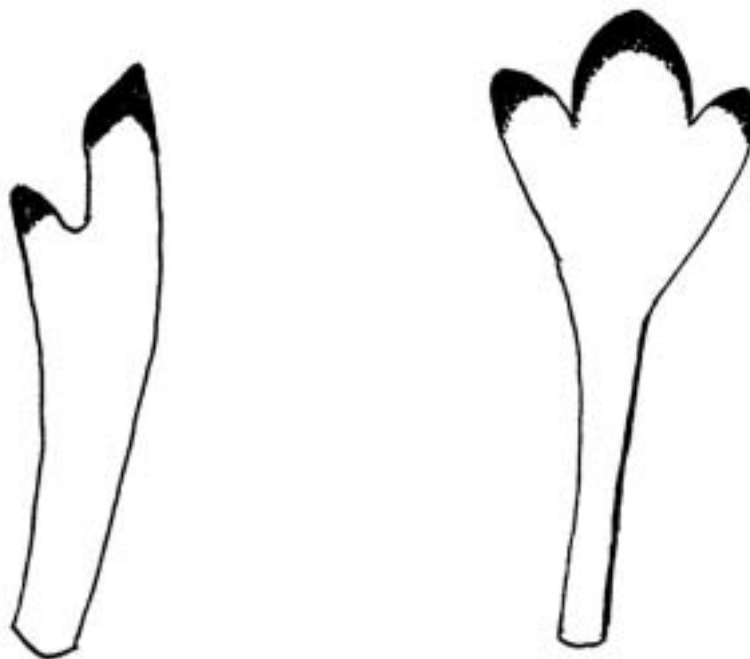
3.1 Biologie des tilapias

3.1.1 Position systématique des tilapias

3.1.1.1 Généralités

Les tilapias au sens large appartiennent à la famille des *Cichlidae*. Ils comprennent les genres *Tilapia* au sens strict, *Sarotherodon* et *Oreochromis*.

Les tilapias se distinguent chez les *Cichlidae* par leurs dents pluricuspides (plusieurs pointes) (Cf. Figure 3.1). Les autres ont des dents monocuspides (une pointe). De plus, leur 2^{ème} ligne latérale ne remonte pas beaucoup sur le flanc.



Légende : dent bicuspidée à gauche et tricuspidée à droite.

Figure 3.1 : Dents d'*Oreochromis niloticus*

On distingue deux groupes : ceux qui sont des *pondeurs sur substrat* du genre *Tilapia* et ceux qui sont des *incubateurs buccaux* qui appartiennent aux genres *Sarotherodon* ou *Oreochromis*.

3.1.1.2 Espèce *Oreochromis niloticus*

Il s'agit de l'ex *Tilapia nilotica* ou *perche du Nil* appelé familièrement *tilapia*. C'est le poisson de la pêche miraculeuse de la Bible. C'est aussi l'espèce que l'on élève en Belgique dans des eaux réchauffées par une centrale nucléaire. La

figure 3.2 montre la distribution spatiale naturelle de l'*Oreochromis niloticus* en Afrique ainsi que les endroits où il a été introduit. C'est une forme soudanaise.



Légende : zone de pointillés = distribution naturelle ; carrés noirs = introduction

Figure 3.2 : Distribution de l'*Oreochromis niloticus* en Afrique

Oreochromis niloticus est un *incubateur buccal*. La femelle élève toujours ses petits dans la bouche: C'est une caractéristique stricte qui a fait opter les biologistes pour en faire un genre à part : *Oreochromis*.

On le reconnaît à ses rayures verticales sur la nageoire caudale. D XVII - XVIII ; 12 - 14 ⁽⁵⁾. La ligne latérale supérieure couvre 21 à 24 écailles, la ligne latérale inférieure couvre 14 à 18 écailles. Il possède 21 à 26 branchiospines (épines sur les branchies, comme indiqué à la figure 3.12) sur le bas du premier arc branchial et 5 à 7 branchiospines en haut du premier arc branchial.

⁵ Nageoire dorsale ayant 17 à 18 rayons durs et 12 à 14 rayons mous.

La papille génitale des mâles est allongée alors que chez les femelles, elle est courte et présente une fente transversale en son milieu : c'est l'oviducte situé entre l'anus et l'orifice urétral. Cette caractéristique est nette pour un professionnel habitué dès 30 grammes soit 12 centimètres de long (stade *Fingerling*).

Précisons qu'il s'agit d'un poisson thermophile (qui aime les températures élevées) qui préfère les températures de l'eau de 14 à 35°C et en conditions extrêmes, il peut supporter des températures de 7 à 41°C pendant plusieurs heures.

Il supporte une salinité de 0,015 à 30 pour mille (la mer est à une salinité de 35 pour mille) et un pH de 8 à 11 (le pH neutre = 7, le pH le plus basique = 14 et le pH le plus acide = 1).

Il peut supporter de vivre plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous de l'ordre de 0,1 PPM (part par million), ce qui est très faible.

Tout ceci explique la grande variabilité de son habitat naturel ou d'introduction.

3.1.1.3 Espèce *Tilapia guineensis*

C'est un *pondeur sur substrat*. C'est le *tilapia de Guinée*. Il possède souvent une ocelle (tâche noire) sur la partie arrière de la dorsale. DXIV - XVI, 11 - 16 ⁽⁶⁾. Il possède 8 à 12 branchiospines au bas du premier arc branchial et 3 à 5 branchiospines en haut du premier arc branchial. C'est une forme estuarienne (estuaires de fleuves), sahélienne, soudanienne et guinéenne.

3.1.1.4 Espèce *Sarotherodon melanotheron*

C'est un *incubateur buccal* : c'est le mâle qui incube. D XV-XVI, 10-12 ⁽⁷⁾. Il possède 16 à 19 branchiospines au bas du premier arc branchial et 4 branchiospines en haut du premier arc branchial. La nageoire caudale est tronquée. Il a une teinte argentée à sombre avec une tache operculaire (sur l'opercule) nette. La caudale est sans marques. C'est une forme estuarienne typique, euryhaline (tous types de salinité).

⁶ Nageoire dorsale ayant 14 à 16 rayons durs et 11 à 16 rayons mous.

⁷ Nageoire dorsale ayant 15 à 16 rayons durs et 10 à 12 rayons mous.

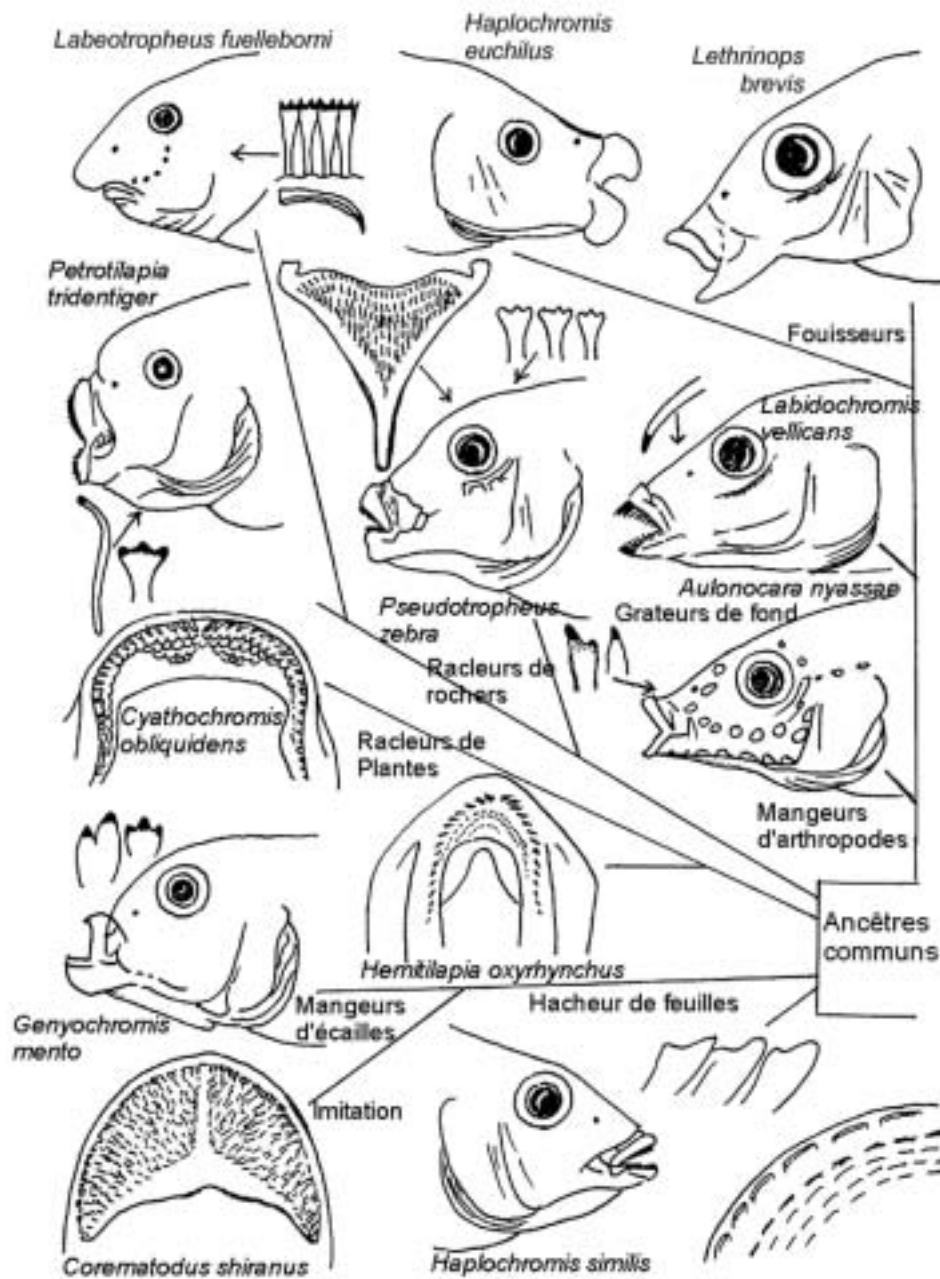


Figure 3.3.a : Adaptations de Cichlidae en fonction de l'alimentation

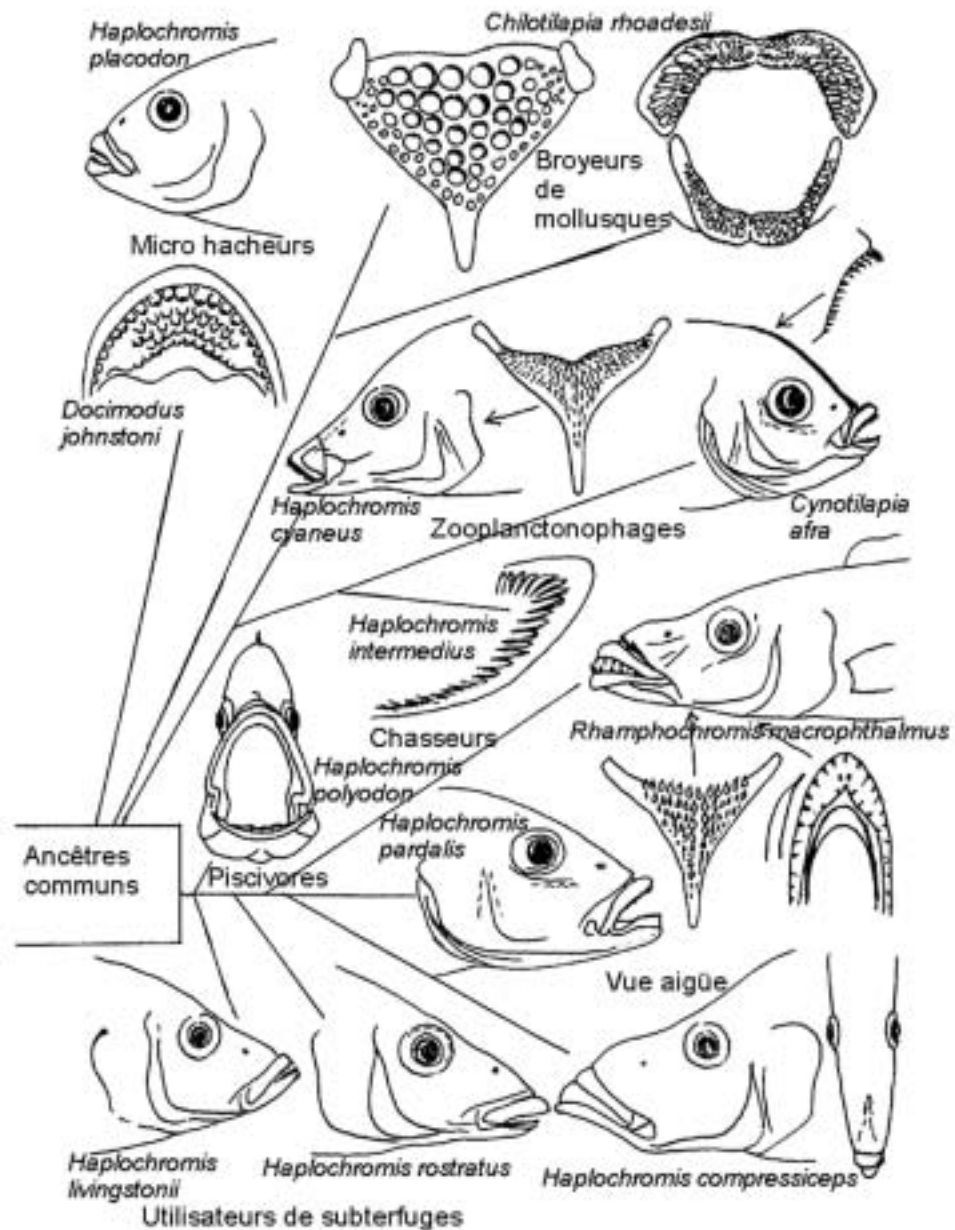


Figure 3.3.b : Adaptations de *Cichlidae* en fonction de l'alimentation

3.1.2 Alimentation des Tilapias

Les figures 3.3.a et 3.3.b montrent à partir de dents et de têtes, comment des *Cichlidae* du Lac Malawi se sont adaptés à leur milieu, depuis un ancêtre commun, en fonction de l'alimentation : gratteurs de fond, racleurs de rochers, racleurs de plantes, fouisseurs, mangeurs d'arthropodes, hacheurs de feuilles, mangeurs d'écailles, broyeurs de mollusques, micro hacheurs, zooplanctonophages (mangeurs de plancton animal), piscivores, chasseurs.

3.1.2.1 **Espèce *Oreochromis niloticus***

C'est un phytoplanctonophage (mangeur de plancton végétal), c'est-à-dire qui se nourrit principalement de phytoplancton et qui peut aussi ingérer des algues bleues, du zooplancton, des sédiments riches en bactéries et en diatomées, ainsi que des aliments artificiels.

3.1.2.2 **Espèce *Tilapia guineensis***

Il possède une bouche en position basse. Son régime alimentaire est non spécialisé à tendance herbivore, c'est-à-dire qu'il mange de tout, surtout des herbes.

3.1.2.3 **Espèce *Sarotherodon melanotheron***

C'est un microphage, planctonophage et benthophage, c'est-à-dire qu'il mange principalement du plancton et des organismes vivant au fond ou à proximité du fonds des mers ou des eaux douces (le benthos).

3.1.3 **Reproduction**

3.1.3.1 **Espèce *Oreochromis niloticus***

C'est un *incubateur buccal* comme l'indique la figure 3.4. La reproduction a lieu lorsque la température dépasse 22°C. Les mâles se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile). Chaque mâle porteur d'une coloration caractéristique délimite et défend un territoire et aménage un nid comme représenté à la figure 3.8, où il tentera d'attirer et de retenir une femelle mûre comme le montrent les figures 3.5, 3.6 et 3.7. Il s'agit d'une organisation sociale en arène de reproduction. L'arène de reproduction est le lieu où les mâles se rassemblent pour la reproduction. Les femelles qui vivent en bande à proximité de l'aire de reproduction n'effectuent que de brefs séjours sur les arènes. Allant d'un territoire à l'autre, elles sont courtisées par des mâles successifs jusqu'au moment où, s'arrêtant au-dessus de la cuvette d'un nid, elles forment chacune un couple éphémère. Après une parade de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'ovules, comme le montre la figure 3.9, le mâle les féconde immédiatement en injectant son sperme sur les œufs en suspension dans l'eau, puis la femelle se retourne et les prend dans la bouche pour les incubes. Cette opération très brève peut être recommencée, soit avec le même mâle, soit avec un autre mâle dans un territoire voisin, comme le montre la figure 3.10. Il s'agit de polygynie et polyandrie successives. Finalement, la femelle s'éloigne de l'arène où les mâles demeurent canton-

nés et emporte en bouche les œufs fécondés qu'elle va incuber dans des zones abritées.



Figure 3.4 : Le cycle de tilapias incubateurs bucaux

L'éclosion a lieu dans la bouche de la femelle 4 à 5 jours après la fécondation, et la vésicule vitelline est complètement résorbée à l'âge de 11 à 12 jours. La durée de cette phase dépend principalement de la température. Dès que la vésicule vitelline est résorbée et que les alevins sont capables de prendre de la nourriture exogène, la femelle laisse s'échapper de la bouche un nuage d'alevins qui s'oriente par rapport à la mère et se réfugie dans sa bouche au moindre danger et à l'appel de ses mouvements comme le montrent les figures 3.11, 3.12, 3.13 et 3.14.

Lorsque les alevins atteignent une taille de 9 - 10 mm, ils s'affranchissent définitivement de leur mère. Celle-ci les libère en eau peu profonde, sur les bords, où ils s'organisent en banc et continuent leur croissance comme le montre la figure 3.4.

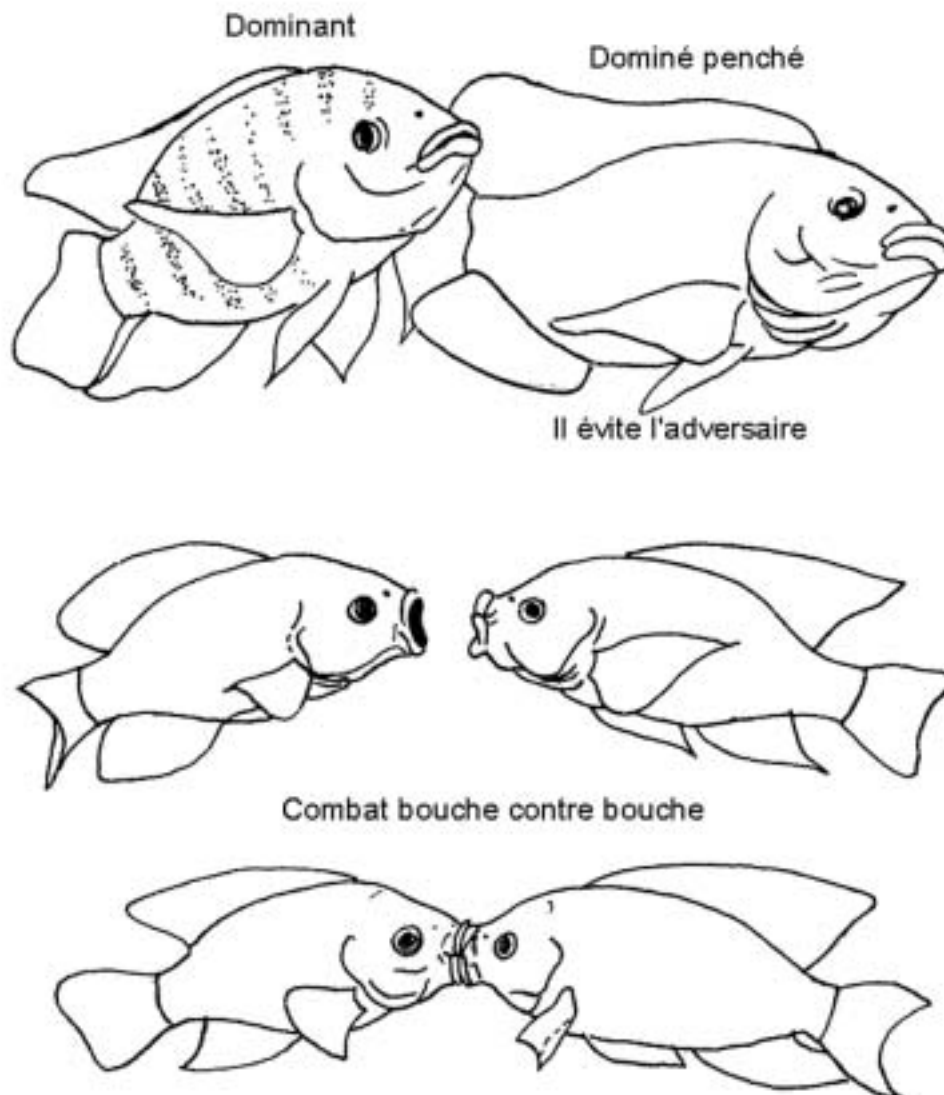


Figure 3.5 : Négociation et combat entre 2 mâles

Une femelle en bonne condition peut se reproduire avec une périodicité de 30 à 40 jours quand la température est de 25 à 28°C. Une même femelle peut produire 7 à 8 pontes par an mais toutes les femelles d'un lot sont loin de se reproduire aussi fréquemment.

On peut noter aussi que la taille maximale et la taille de maturation sexuelle varient peu : les poissons des grands lacs mûrissent à une longueur plus grande et grandissent jusqu'à une taille plus importante que ceux des lagons, étangs ou

rièrès. En Lac, la taille de maturation et la longueur maximale des mâles et des femelles ne diffèrent pas.

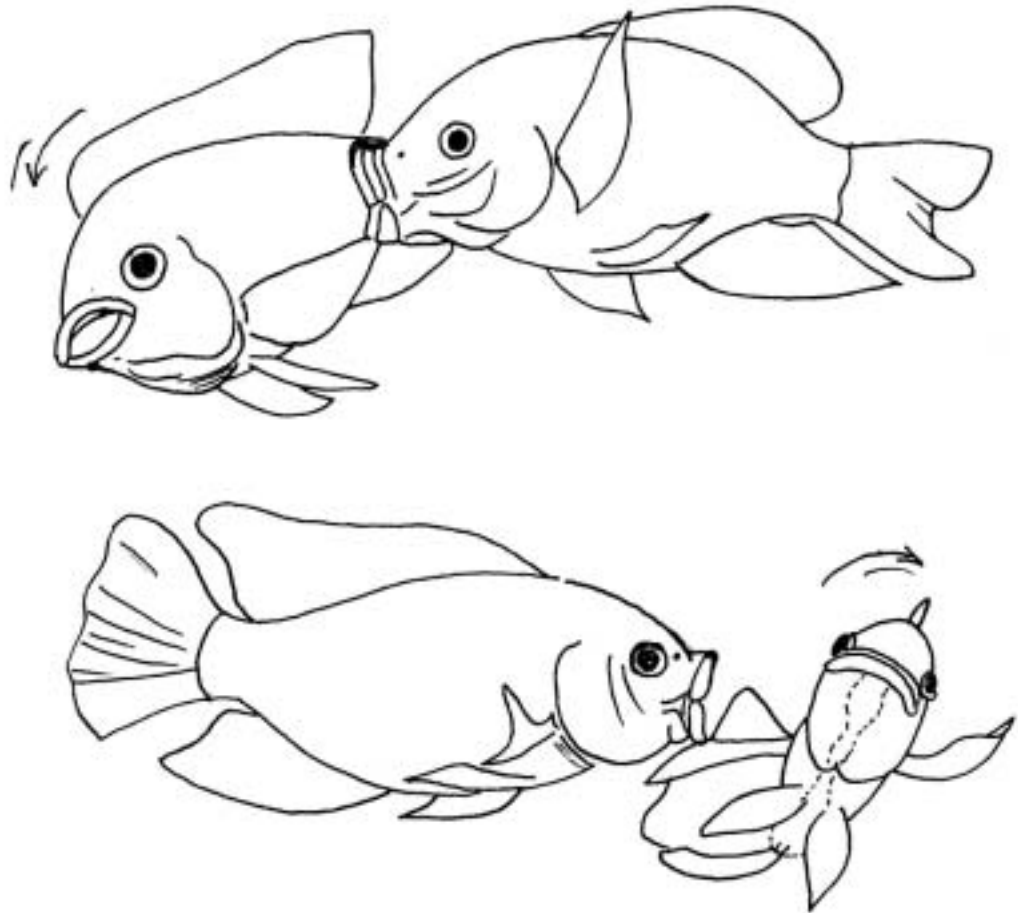
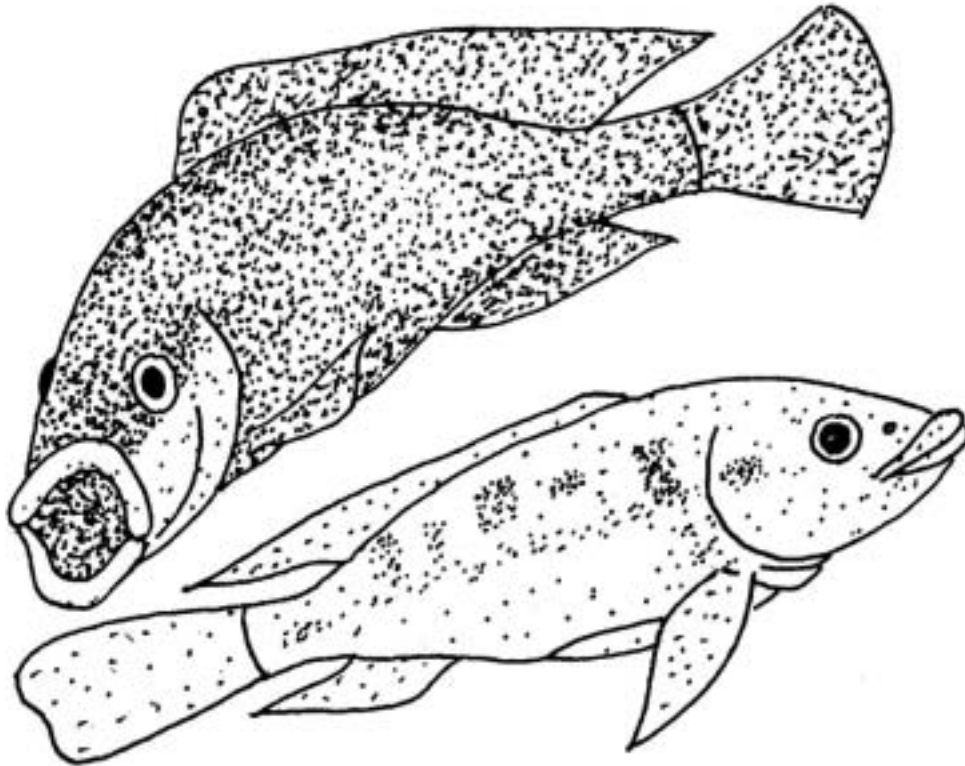


Figure 3.6 : Attaque et soumission

Par contre, dans les petites étendues d'eau ou les milieux surpeuplés, les mâles grandissent plus vite que les femelles dont la taille de maturation est inférieure à celle des mâles. Les poissons en mauvaise condition mûrissent à une taille plus petite que ceux en bonne condition. Si on trouve des individus en état de reproduction toute l'année, il existe néanmoins des pics de reproduction qui coïncident avec les deux saisons des pluies en eau équatoriale ou à l'unique saison des pluies sous d'autres latitudes. De plus, la croissance d'*Oreochromis niloticus* est extrêmement variable d'un milieu à l'autre, ce qui suggère que la taille maximale est plus dépendante des conditions environnementales que d'éventuelles différences génétiques. Par exemple dans le lac Tchad en Ouganda, l'*Oreochromis niloticus* atteint 30 cm au bout de 3 ans alors que dans le lac Mariout en Egypte, 5 ans sont nécessaires pour arriver à la même taille. On note

que, dans les mêmes milieux, la croissance d'*Oreochromis niloticus* est supérieure à celle d'autres espèces de tilapias.



Légende : le poisson clair est dominé et fuit le foncé qui est dominant

Figure 3.7 : Fin d'un combat, signes de soumission



Figure 3.8 : Nids d'*Oreochromis niloticus* (à gauche)
et de *Tilapia macrochir* (à droite)

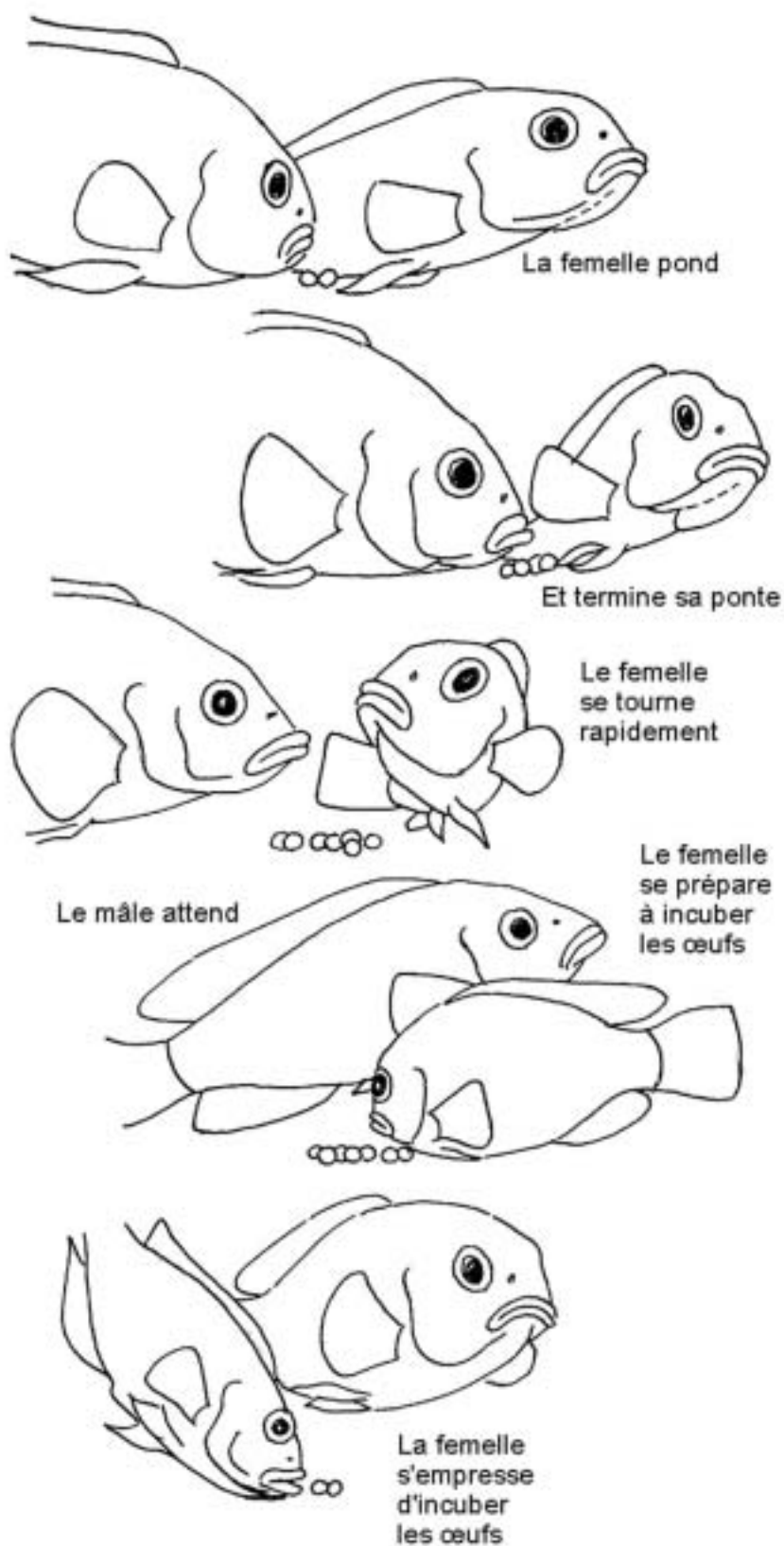


Figure 3.9 : Ponte et incubation des œufs

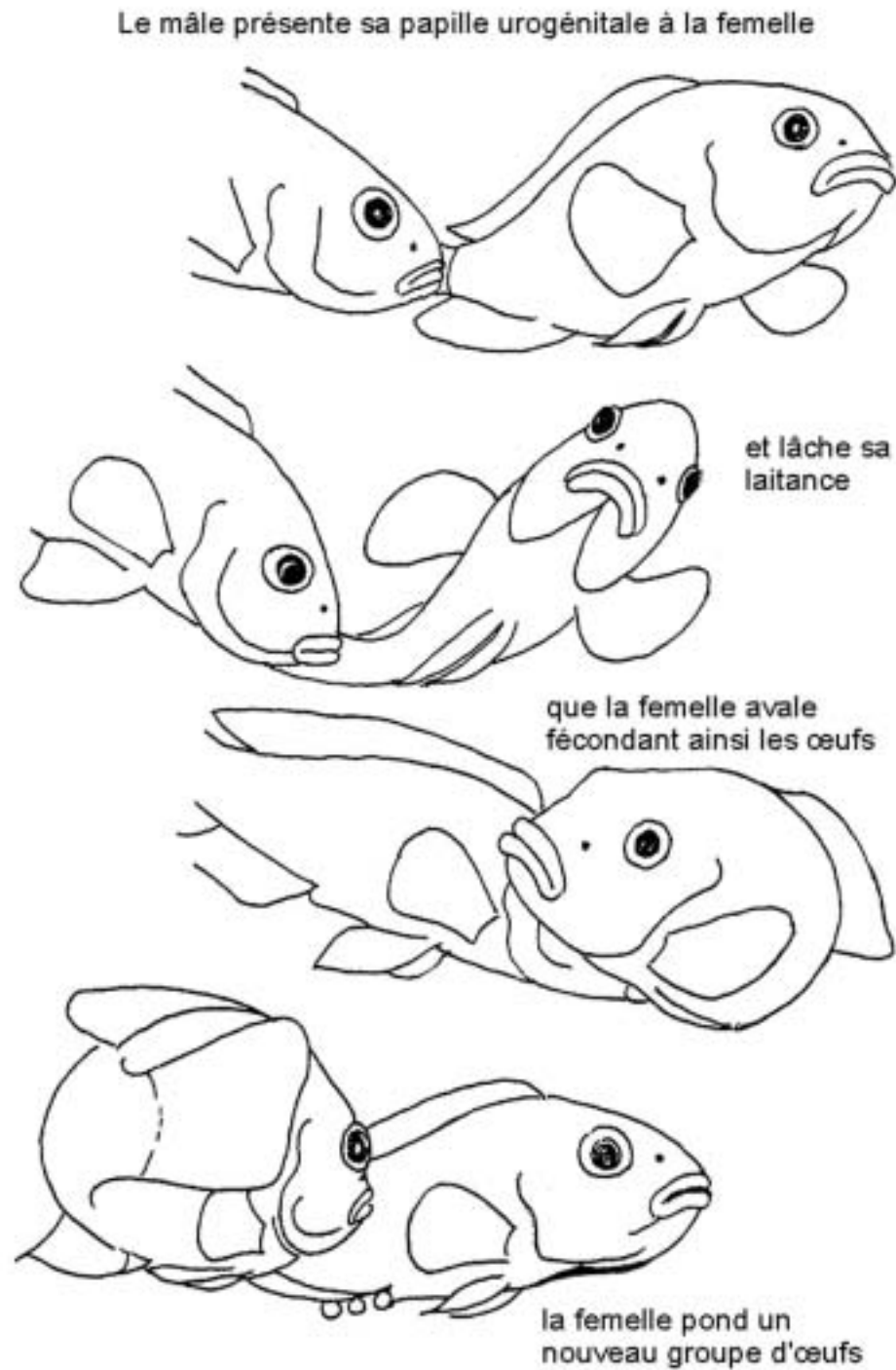


Figure 3.10 : Fécondation et ponte d'une autre série d'œufs.

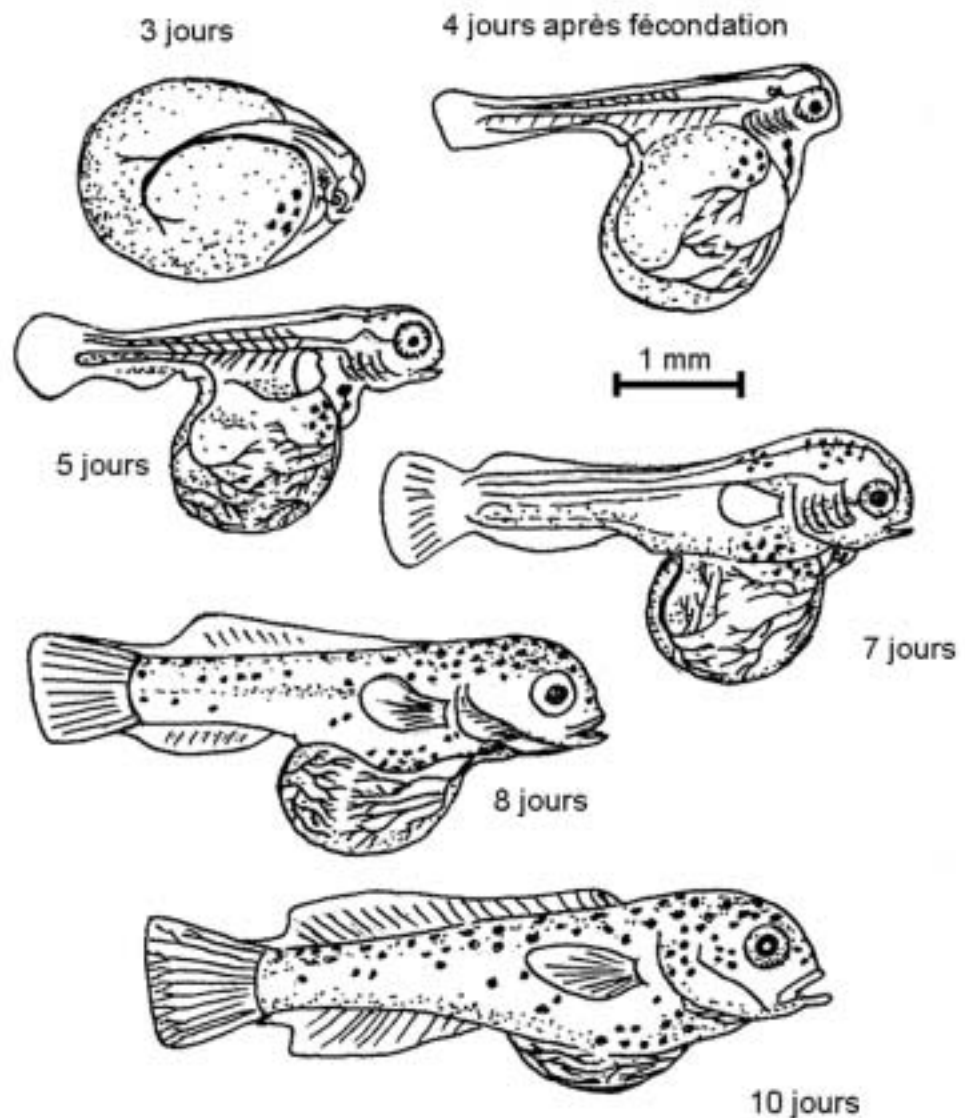


Figure 3.11 : Stades de développement de tilapia de type *incubateur buccal*

3.1.3.2 Espèce *Tilapia guineensis*

Les oeufs de couleur jaunâtre sont collés sur un support, pierre ou morceau de bois à l'intérieur du nid comme chez le *Tilapia zillii*, comme le montrent les figures 3.14 et 3.15. Sur fond argilo-sableux ou vaseux, les nids sont des excavations moins profondes et les oeufs sont déposés dans une petite cavité. Plus il y a de cavités, plus il y a de pontes.

Un des géniteurs reste constamment au-dessus du nid, à surveiller la ponte et les jeunes alevins quittent le nid lorsqu'ils ont atteint 8 mm de long.

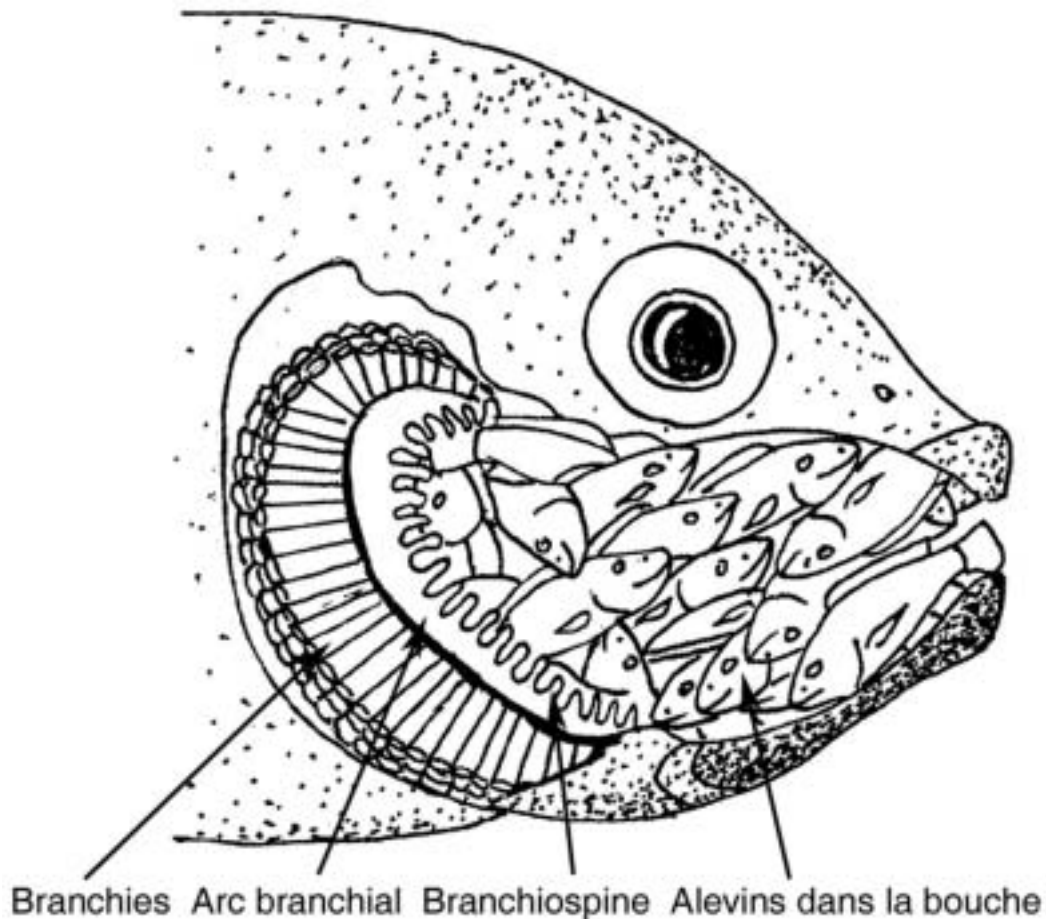


Figure 3.12 : Position des alevins dans la bouche de leur mère (*incubateur bucal*)

3.1.3.3 Espèce *Sarotherodon melanotheron*

Les oeufs de teinte jaune ocre et légèrement piriformes (en forme de poires), atteignent 3 mm de diamètre. Ils sont incubés par le mâle. Les alevins à l'éclosion mesurent 5 mm de long et 9 mm lorsque la vésicule vitelline est résorbée. Etant donné l'incubation buccale, les mâles ont généralement une bouche distendue et un corps efflanqué (les mâles jeûnent pendant l'incubation)

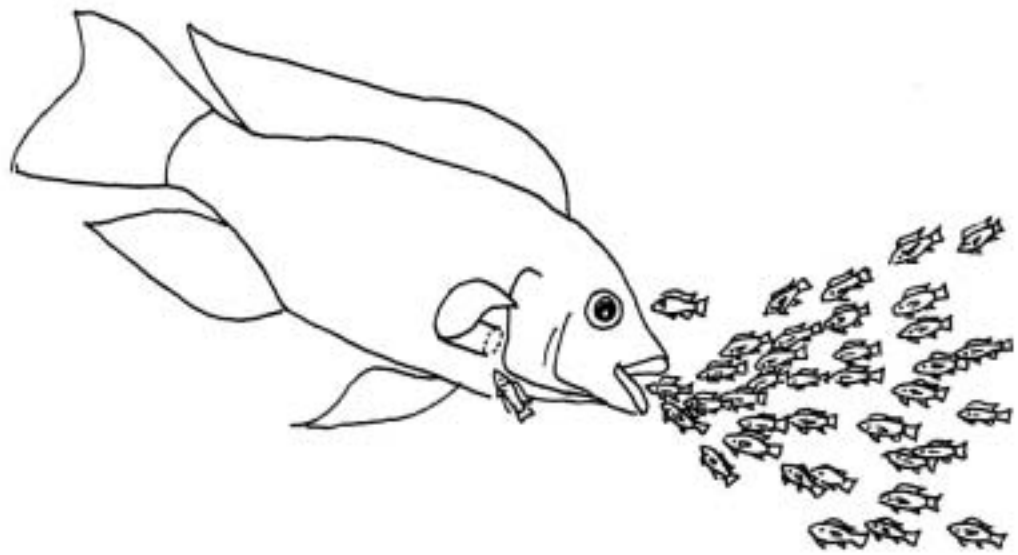


Figure 3.13 : Femelle reprenant ses petits en bouche

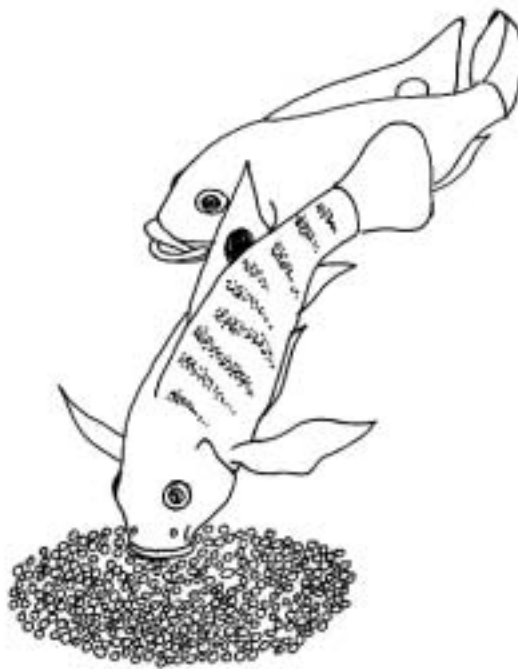


Figure 3.14 : Couple de *Tilapia guineensis* gardant une ponte : la femelle nettoie les œufs avec sa bouche pour enlever les pourritures et les œufs morts

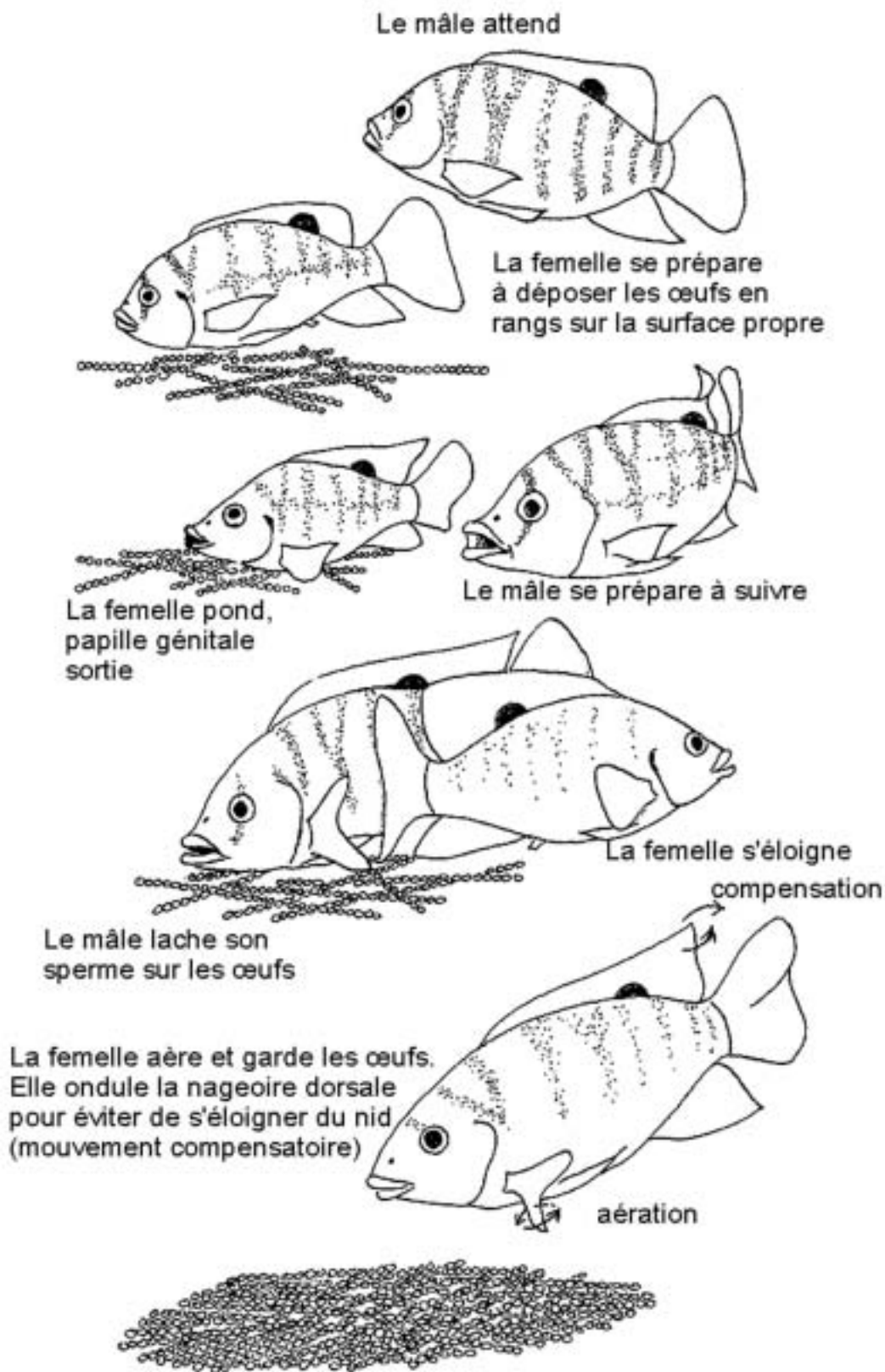


Figure 3.15 : Frayère de *Tilapia zillii* (couple)

3.1.4 Caractéristiques biologiques et élevage des tilapias

3.1.4.1 Caractéristiques biologiques

Les principales caractéristiques biologiques des tilapias sont :

- La facilité et l'efficacité de la reproduction,
- La nidification, la défense du nid, la ponte fractionnée, fécondée et incubée, la zone protégée et les soins parentaux post-éclosion,
- La maturité sexuelle précoce, par exemple : *Sarotherodon*, 3,8 cm et *Tilapia zillii*, 6 cm,
- Les cycles de reproduction successifs,
- L'absence de synchronisme de ponte entre les femelles d'une même population et
- La production continue d'alevins.

Tout ceci amène à une surpopulation de juvéniles en milieu fermé. En découle la nécessité d'un contrôle strict de la reproduction :

- soit en contrôlant le développement de la gonade (appareil reproducteur),
- soit en séparant les mâles et les femelles, ou
- soit en éliminant les alevins.

3.1.4.2 Elevage mono sexe

a) Chez l'*Oreochromis niloticus*, on élève les mâles car les femelles grossissent moins du fait qu'elles incubent et peuvent donc difficilement se nourrir pendant l'incubation buccale.

En comparant le phénotype mâle et femelle, on constate que le mâle croît de près du double de la femelle (que son génotype soit mâle ou femelle).

b) Pour obtenir ces populations mono sexe mâle, on peut soit :

- sexer (séparer les individus selon leur sexe) manuellement d'après l'observation de la papille urogénitale, mais :
 - o on élimine 50% des poissons ayant cependant les mêmes caractéristiques,
 - o c'est réalisable dès 20 à 50 grammes selon l'expérience, au stade *fingerling* et

- o cela demande du temps, du travail, de l'expérience et le taux d'erreur ne descend pas souvent sous 2 à 5 % pour un poisson de 30 g ;
- utiliser des hybrides mono sexe :
 - o il y a peu d'hybrides intéressants à fort pourcentage mono sexe mâles,
 - o on obtient un faible taux de reproduction et de fertilité et
 - o c'est une opération difficile à mener en élevage car il y a vite contamination des souches originales par des individus venus avec l'eau sous forme d'œuf ;
- réaliser l'inversion hormonale du sexe, mais :
 - o c'est réservé aux spécialistes en laboratoire et
 - o le coût est élevé.

c) Aspect pratique

Des alevins sans traitement donnent 50% de mâles et 50% de femelles. Avec un traitement masculinisant comme la méthyl-testostérone ou éthinyl-testostérone, on obtient des mâles à 100 %.

d) Aspect théorique : cas de l'*Oreochromis niloticus*

Les alevins sans traitement sont :

- De génotype XX, ce qui donne le phénotype femelle.
- De génotype XY, ce qui donne le phénotype mâle.

Après traitement, on obtient les génotypes XX et XY, qui donnent le phénotype mâle.

La preuve est obtenue par test :

- XY mâle + XX femelle donne XY mâle 50% + XX femelle à 50%.
- XX mâle + XX femelle donne XX femelle à 100%.

Certains pourraient croire que la méthyl-testostérone (MT) reste dans le poisson. Un essai avec marquage radioactif montre qu'elle a totalement disparu après 21 jours dans les viscères, là où elle est principalement concentrée et après 42 jours dans la carcasse, où on en trouve encore plus ou moins 10%.

e) Synchronisation ou regroupement des pontes

Le tableau 3.1 montre un tilapia femelle qui voit et/ou sent et/ou entend le mâle. On voit alors la fréquence et l'abondance des pontes chez *Oreochromis mossambica*.

Tableau 3.1 Fréquence des pontes chez un *Oreochromis mossambica* femelle qui voit et/ou sent et/ou entend le mâle

Sens activé	Fréquence des pontes
Rien	1 petite
Voit	3 dont 1 grosse
Sent	3 dont 2 grosses
Entend	3 dont 2 grosses, espacées
Voit et sent	4 dont 2 grosses
Voit, sent et entend	5 rapprochées dont 3 grosses

3.1.4.3 Autres voies envisageables pour un contrôle de la reproduction

a) Les facteurs sociaux liés au comportement de la reproduction

La connaissance du déterminisme physiologique de ces comportements pourrait permettre :

- d'empêcher la survie des alevins en jouant sur le comportement parental,
- d'empêcher la reproduction des femelles en utilisant le comportement d'incubation,
- de synchroniser les reproductions pour obtenir massivement des alevins en utilisant les facteurs sociaux et comportementaux,
- d'optimiser la croissance d'une souche en jouant sur les facteurs sociaux.

b) Production d'alevins

Une expérience a montré le nombre d'alevins d'*Oreochromis niloticus* prélevés en étang de 3,5 ares à une charge initiale de 60 mâles et 180 femelles par étang, sur 10 étangs, au fil des prélèvements successifs de 45, 60, 75, 90, 105 et 120 jours après le stockage, comme l'indique la figure 3.17.

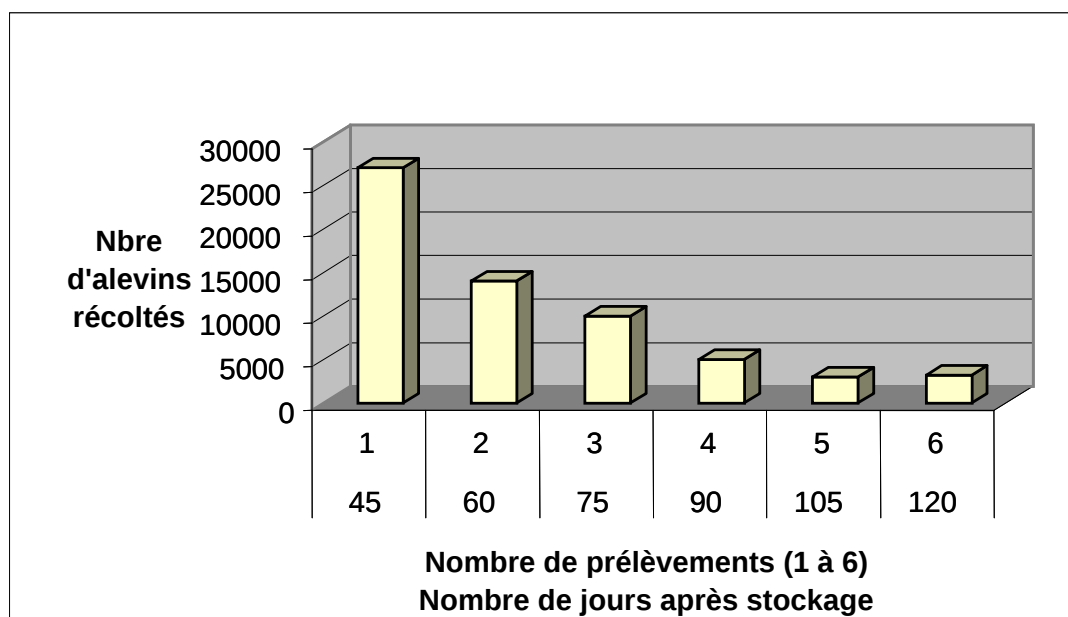


Figure 3.17 : Production d'alevins d'*Oreochromis niloticus*

c) Evolution de la taille des poissons selon leur hiérarchie

Chez l'*Oreochromis*, le mâle est d'autant plus dominant que sa longueur est grande. Chaque fois que l'on introduit un nouveau mâle dans le milieu, les mâles se hiérarchisent et conservent cette hiérarchie jusqu'à la venue du nouvel intrus. Que fait le dominant ? Il prend le territoire le mieux placé et le surveille vivement, agressant tout mâle passant à proximité et courtisant les femelles. Il est tellement occupé à jouer au super tilapia qu'il néglige son alimentation. De ce fait, sa longueur s'accroît peu.

Une expérience a été réalisée en aquarium. Le dominant est le poisson N°1 de la Figure 3.18. On n'a pas amené de nouveau poisson dans l'aquarium. Les dominés (N° 2 à 7) se font tout petit, ne courtisent pas et mangent beaucoup. Ils grandissent plus vite et deviennent plus grands que le dominant. On constate à la fin que le N°1, le dominant, est le plus petit et que le N°6, un dominé, est le plus grand. Si on introduit un nouveau poisson, c'est le N°6 qui devient dominant

et le N°1 devient dominé. Les plus dominés d'avant deviennent les plus dominants après (*Les premiers seront les derniers*).

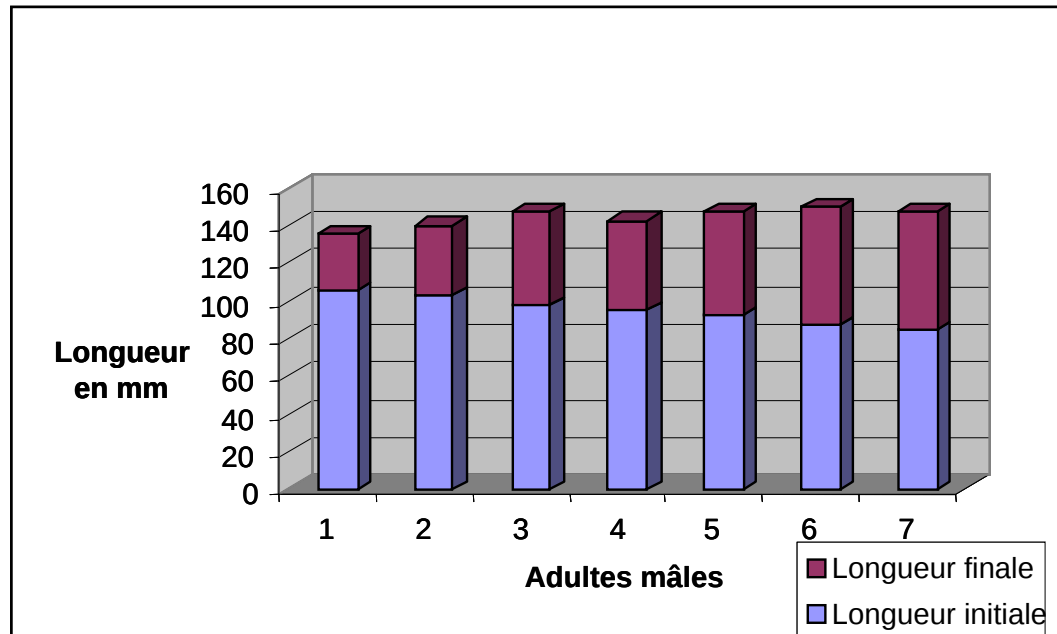


Figure 3.18 : Relation entre la longueur initiale et finale de 7 adultes mâles d'*Oreochromis niloticus* en milieu fermé.

3.2 Biologie du *Clarias gariepinus*

3.2.1 Distribution géographique

Le poisson-chat africain est largement distribué en Afrique comme indiqué à la figure 3.19. Il vit dans les marais tropicaux, les lacs et les cours d'eau dont certains sont sujets à des assèchements saisonniers. Dans le Nord et le Centre de l'Afrique, il a été décrit sous le nom de *Clarias lazera*, dans la région orientale sous celui de *Clarias senegalensis*, dans la partie occidentale sous celui de *Clarias mossambicus* et dans la partie méridionale comme *Clarias gariepinus*. Il s'agit cependant, dans toutes les régions, d'une seule espèce, le *Clarias gariepinus*. De ce fait, les ex *Clarias senegalensis*, *Clarias lazera*, *Clarias mossambicus* et *Clarias gariepinus* s'appellent aujourd'hui tous *Clarias gariepinus*.

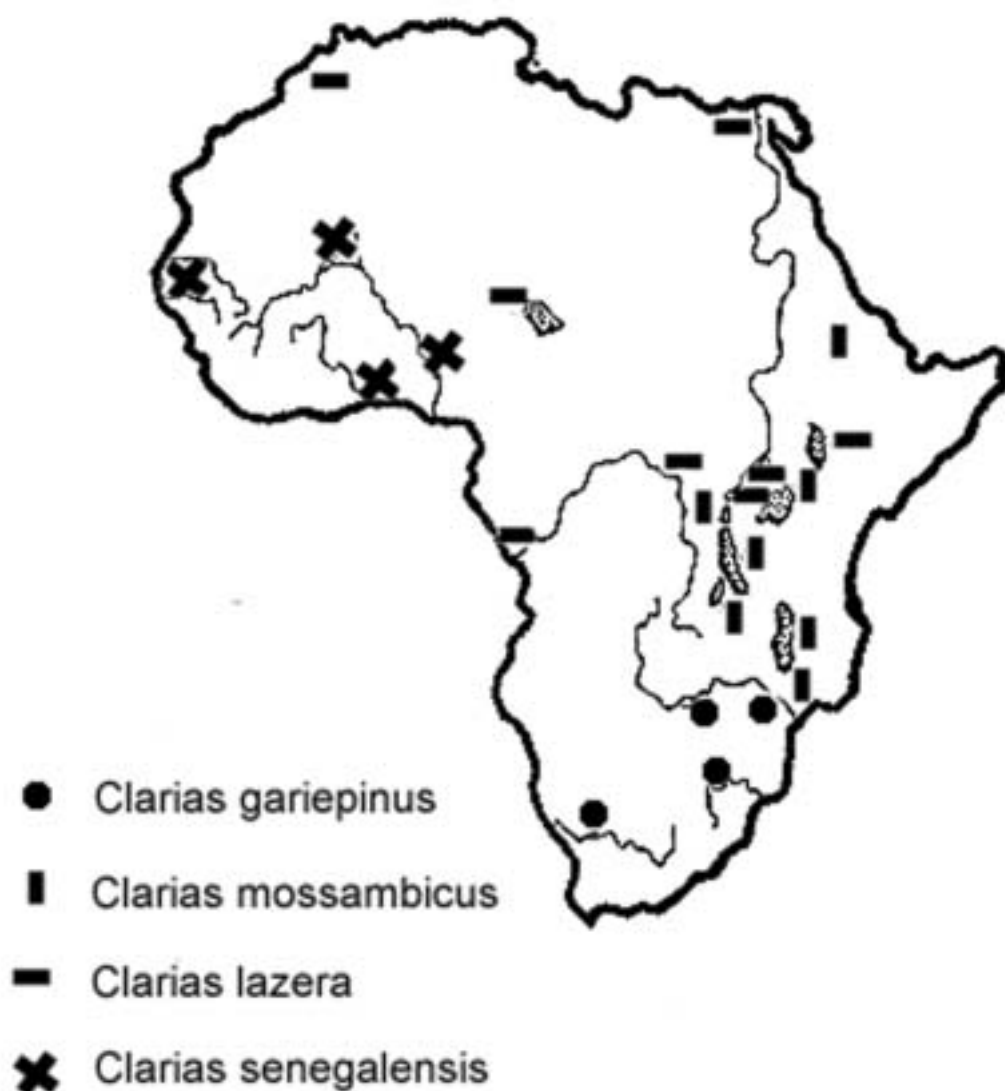


Figure 3.19 : Distribution géographique du poisson-chat.

3.2.2 Description biologique

3.2.2.1 Peau

Le poisson-chat possède une peau sans écaille et couverte de mucus. Cette peau est pigmentée de noir sur la partie dorsale et latérale du corps. Lorsqu'il est exposé à la lumière, il devient plus clair, ou tacheté. Lors de stress, il montre un patron de coloration en forme de mosaïque de tâches foncées et claires.

3.2.2.2 Bouche

La large bouche permet au poisson-chat africain de prendre une grande variété de nourriture, depuis des organismes minuscules du zooplancton, jusqu'aux poissons. Il est capable d'aspirer le benthos du fond, de déchiqueter des ani-

maux morts au moyen des petites dents maxillaires et d'avaler des proies telles que des poissons entiers.

La circonférence de la bouche de ce prédateur, dont l'ouverture buccale est limitée, correspond à environ le quart de sa longueur totale ; cette circonférence détermine la taille maximale des proies. Un poisson-chat de 30 cm (environ 200 g) a une circonférence buccale d'environ 7,5 cm, ce qui correspond à la circonférence du corps de petits *Oreochromis niloticus* de 8 à 10 cm. Le poisson-chat africain est donc un bon prédateur pour contrôler la surpopulation des tilapias en étangs.

3.2.2.3 Barbillons et organes olfactifs

On peut distinguer huit barbillons autour de la bouche : quatre paires nasales, maxillaire, mandibulaires externe et mandibulaire interne comme indiqué à la figure 3.20. Le poisson-chat peut bouger ses barbillons maxillaires indépendamment de la bouche. Les barbillons servent de tentacules. Deux organes olfactifs sont localisés près des barbillons nasaux comme indiqué à la figure 3.20. Le poisson-chat reconnaît ses proies spécialement au toucher et à l'odeur. Ceci est important lorsqu'il se nourrit la nuit et dans les eaux fortement turbides ou boueuses où la visibilité est de moindre importance.

3.2.2.4 Nageoires

Chez le poisson-chat africain, les nageoires impaires sont la dorsale unique, la caudale et l'anale tandis que les nageoires paires comprennent les pectorales et les ventrales comme indiqué à la figure 3.20. Les nageoires pectorales sont armées d'épines fortement développées, ayant une fonction de locomotion et de protection. Ces épines ne sont pas venimeuses. Ce poisson est capable d'effectuer des trajets hors de l'eau en rampant au moyen de sa queue et de ses épines pectorales. J'ai entendu parler une fois de 4 km en une nuit.

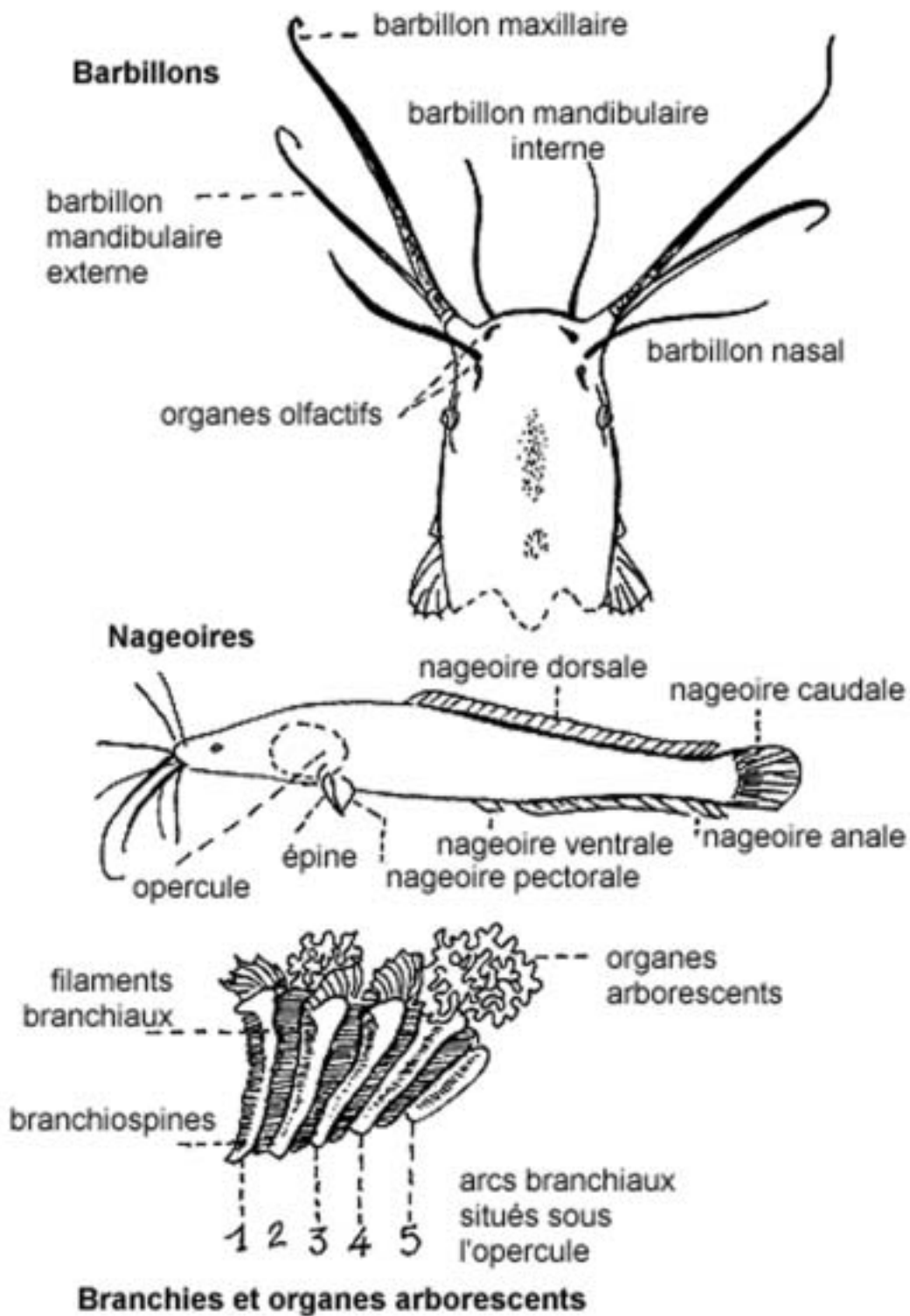


Figure 3.20 : Barbillons, nageoires, branchies et organes arborescents

3.2.2.5 Branchies et organes arborescents

La figure 3.20 montre la localisation des branchies et des organes arborescents sur les 5 arcs branchiaux. Ceux-ci peuvent être observés en coupant les

opercules. Pour la respiration, l'eau est prise en bouche, passe sur les branchies pour les échanges gazeux et est ensuite expulsée par les ouvertures operculaires. De l'air est périodiquement pris par la bouche, spécialement lorsque la teneur de l'eau en oxygène dissous est déficitaire, ou si le poisson est hors de l'eau. Les échanges gazeux sont réalisés au moyen des organes arborescents, dans des chambres situées au-dessus des branchies. L'air est également expulsé par les ouvertures operculaires. Etant donné sa capacité exceptionnelle de respirer l'air atmosphérique, ce poisson est capable de vivre en hibernation dans la boue pendant la saison sèche en s'entourant d'un « cocon » de mucus. Il peut même survivre hors de l'eau pendant plusieurs heures (probablement quelques dizaines d'heures), suivant l'humidité de l'environnement.

Un nigérien m'a décrit l'histoire populaire du poisson-chat ayant hiberné et s'étant retrouvé au centre d'une brique de terre ayant servi à la construction d'une case. La saison des pluies venant, les habitants de la maison ont vu le poisson chat sortir du mur.

Le poisson-chat pouvant supporter de faibles teneurs en oxygène dans l'eau, il constitue une espèce de choix pour la pisciculture.

Les branchiospines, longues et fines, situées le long du bord antérieur concave des arcs branchiaux, servent principalement de filtres pour l'alimentation à base de petites matières végétales et d'invertébrés comme l'indique la figure 3.20.

3.2.2.6 Système urogénital

Chez les deux sexes du poisson-chat, l'ouverture urogénitale est située sur une papille localisée juste derrière l'anus. Le mâle adulte se distingue de la femelle, par une papille allongée se prolongeant vers l'arrière. Chez la femelle, la papille a la forme d'une éminence ovale comme l'indique la figure 3.21. Les *fingerlings* (petits poissons de 30 g environ, de la taille d'un doigt) n'ont pas encore de papille.

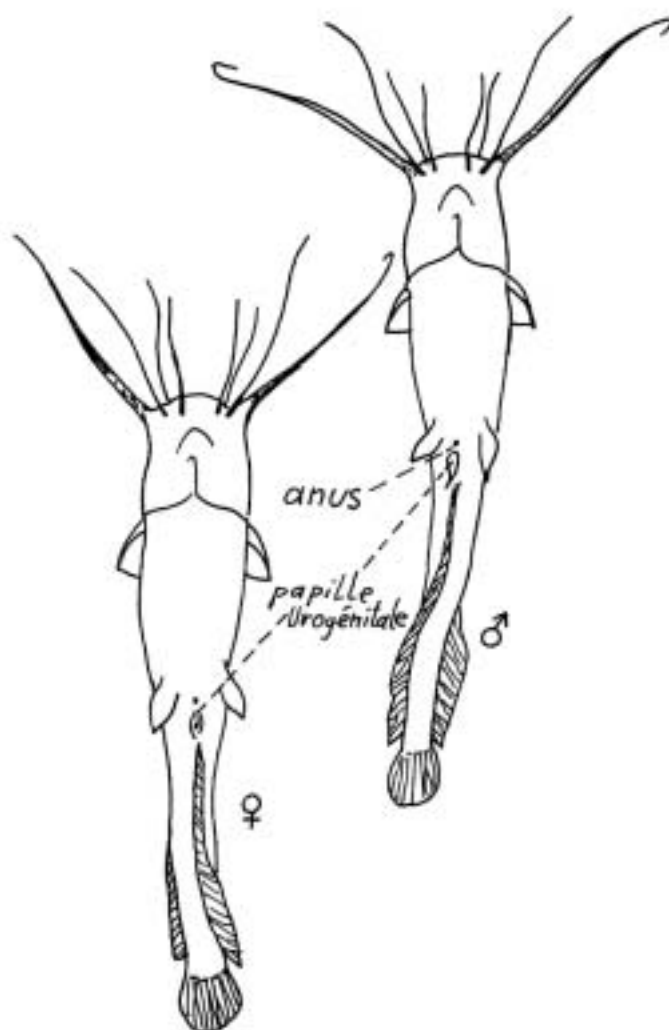


Figure 3.21 : Papilles urogénitales chez les Clarias mâle et femelle

3.2.3 Reproduction naturelle

Dans la plupart des pays africains, le cycle de reproduction du poisson-chat débute au commencement de la saison des pluies. Le stimulus final de la fraie semble être associé à la montée des eaux et l'inondation des zones marginales. Au cours de la fraie, de grands bancs de poissons-chats mâles et femelles adultes se concentrent au même endroit, dans des eaux d'une profondeur souvent moindre que 10 cm, en bordure de lacs ou d'eaux calmes. Le poisson-chat africain fraie en captivité sur une grande variété de substrats, incluant des fibres de sisal, des feuilles de palmier et des pierres.

Durant la parade, qui peut durer plusieurs heures, la femelle du poisson-chat dépose ses oeufs par petits groupes. Le partenaire fertilise en même temps chaque groupe d'œufs en lâchant un nuage de laitance au-dessus des oeufs. En

quelques secondes la femelle disperse les oeufs sur une grande surface en les agitant par des coups de queue ; les œufs adhèrent finalement à la végétation submergée. En captivité, beaucoup d'œufs sont détruits par la violence des coups de queue.

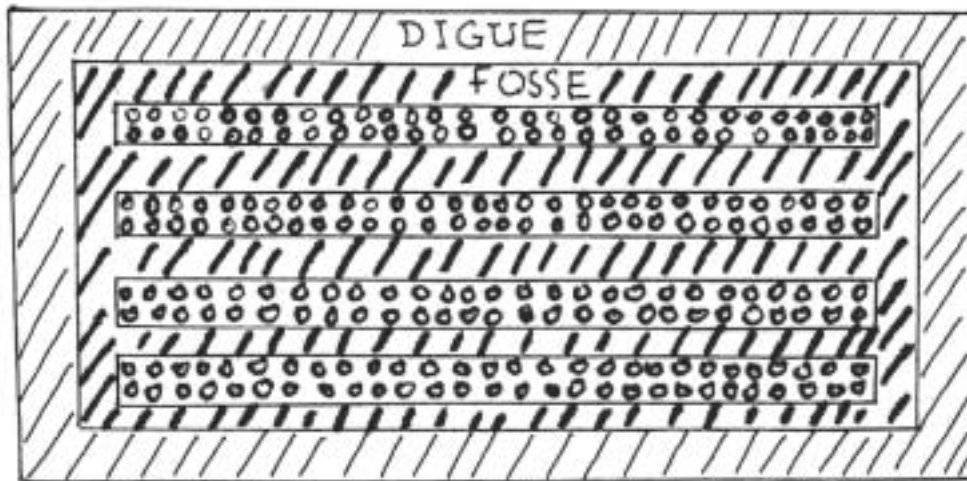
Après la fraie, le banc de poissons-chats retourne en eau plus profonde. Il n'y a pas de protection parentale pour les oeufs. Après quelques semaines le poisson-chat produit à nouveau un groupe d'œufs et se prépare à une nouvelle fraie. Une seconde fraie sera provoquée par les pluies ou par une nouvelle crue. Plusieurs fraies peuvent se succéder ainsi la même année. Les oeufs éclosent après 24 à 36 heures, suivant la température de l'eau. Les larves, appelées à ce stade *larves vésiculées*, se cachent dans la végétation. Les alevins et les *fingerlings* de poisson-chat africain sont difficiles à trouver dans la nature. C'est probablement dû à la forte mortalité des oeufs et des larves. Le pisciculteur préfère élever les oeufs et les alevins en écloserie.

3.2.4 Reproduction induite

Pour induire la maturation sexuelle, on peut soit :

- simuler une crue qui agit sur l'hypothalamus, puis sur l'hypophyse et enfin sur l'ovaire du poisson-chat,
- injecter une préparation hypophysaire qui agit directement sur l'ovaire,
- mettre des hormones agissant sur l'hypophyse puis sur l'ovaire dans l'eau.

La crue simulée chez le *Clarias gariepinus* est réalisée dans des étangs dont le fond est comme une rizière Casamançaise avec des ados linéaires sur lesquels il y a de la végétation comme indiqué à la figure 3.22. Un étang de 8.000 m² donne 180.000 à 450.000 larves/ ha/ reproduction. La suivie ne s'élève qu'à 35 % après 15 jours dans le meilleur des cas. On fait monter l'eau doucement jusqu'à laisser les herbes sous 10 cm d'eau. Si on travaille avec un bac cimenté tapissé de terre au fond, on utilise un bac à 2 niveaux et on fait également monter le niveau, simulant une crue comme indiqué à la figure 3.23.



Légende : digue (traits obliques clairs) entourant un étang de pisciculture rempli de fossés (traits obliques foncés) et de monticules allongés ou ados (petits ronds)

Figure 3.22 : Etang de reproduction de Clarias

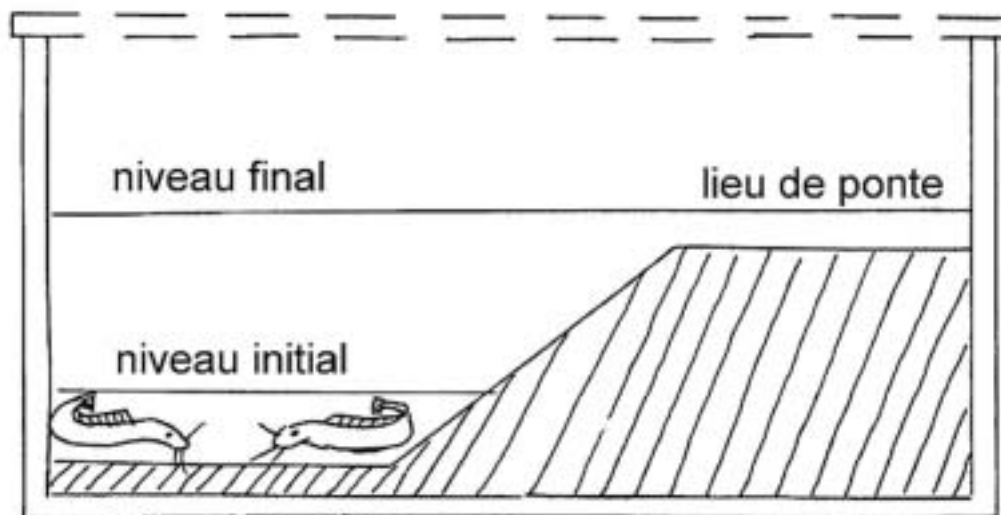


Figure 3.23 : Bac de reproduction de Clarias

4. Espèces de poissons utilisables en pisciculture

Nous verrons d'abord les caractères d'un bon poisson de pisciculture, ensuite la famille des *Cichlidae* puis une à une, les espèces intéressantes, dans l'ordre de leur intérêt en l'Afrique de l'Ouest.

4.1 Caractéristiques d'un poisson de pisciculture

Les espèces choisies doivent :

- avoir une *chair appréciée* des consommateurs ;
- être *rustique* et *facile à manipuler*. *Rustique*, pour supporter des conditions de vie artificielles et *robustes* pour supporter une concentration importante sans être sujet à des maladies épidémiques ; *maniable*, c'est-à-dire en particulier, sans épines dangereuses.
- pouvoir se *reproduire facilement* en captivité. La reproduction peut être naturelle en étangs, ou provoquée dans les stations d'alevinage par divers procédés.
- avoir une *croissance rapide*. La rapidité de croissance dépend de l'espèce, de l'alimentation et des conditions d'élevage. Chaque poisson est améliorable par sélection; par contre, des poissons mal nourris ou en trop grand nombre pour le volume d'eau, resteront petits toute leur vie ; ils consommeront donc de la nourriture inutilement, d'où l'intérêt de placer dans certains étangs quelques poissons prédateurs. La famille la plus intéressante est celle des *Cichlidae*.
- avec une *alimentation économique*. Etre économique à alimenter suppose généralement des poissons à chaîne alimentaire courte, capable d'exploiter le plancton et les aliments végétaux. Les poissons carnivores ne peuvent être employés que lorsqu'on dispose de sous-produits d'origine animale en quantité suffisante, ce qui est rarement le cas en zone tropicale. Les poissons prédateurs sont employés plutôt pour limiter la prolifération des espèces à forte reproduction naturelle ; ils consommeront les poissons trop petits pour être commercialisables.

4.2 Famille des *Cichlidae*

Les poissons de cette famille sont ceux qui sont les plus utilisés en pisciculture africaine et malgache, à cause de leurs nombreuses qualités :

- chair de bonne qualité ;
- rusticité et *résilience* ⁽⁸⁾ ;
- reproduction toute l'année en étang dès que la température est supérieure à 20° C ;
- facilité de manipulation.

Leur principal défaut est de ne pas toujours avoir une croissance rapide. Un second défaut est dû à leur reproduction très importante qui surcharge les étangs et ne permet donc pas aux poissons de croître rationnellement.

4.3 Tilapia du Nil

C'est l'*Oreochromis niloticus* de la famille des *Cichlidae*. C'est le poisson de pisciculture africaine et malgache par excellence. Voir la figure 4.1.

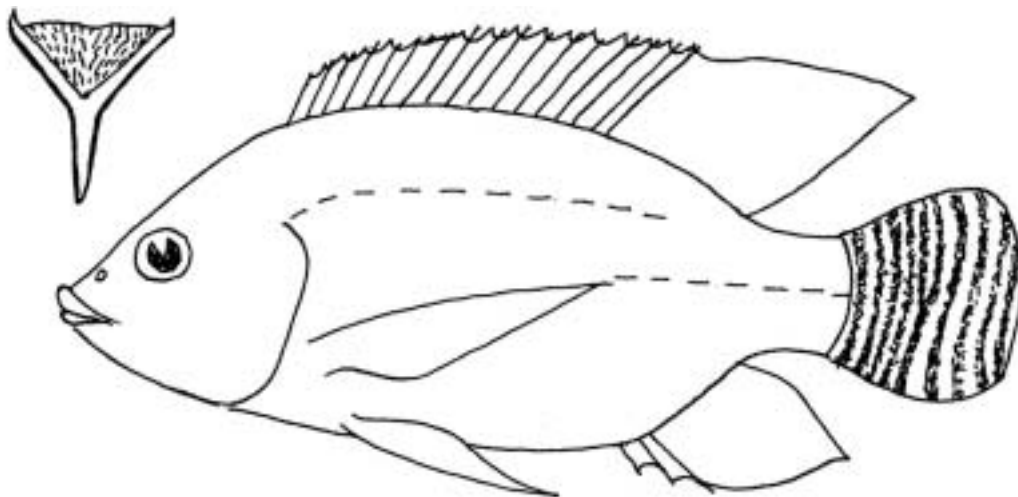


Figure 4.1 : *Oreochromis niloticus* avec à gauche son pharyngien inférieur

⁸ Qui présente une résistance aux chocs

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance rapide : de 1 et jusqu'à 3 g /jour /individu dans de bonnes conditions. Il peut atteindre 3,5 kg de poids total.
- Une reproduction aisée et rapide ; incubation buccale avec nid en cuvette, mais modérée pour un tilapia.
- C'est préférentiellement un microphage mais il assimile facilement divers aliments : son de riz, tourteau, déchets d'abattoir. Les alevins ont une tendance micro carnivore et même cannibale. On peut dire qu'il est omnivore en étangs.
- Une bonne chair, appréciée. De plus, c'est une espèce rustique, facile à manipuler et son hybridation est possible.
- Il est disponible localement : Cotonou et Lokossa au Bénin, lac de Guiers, étangs de Richard-Toll et Matam au Sénégal, etc.
- Il supporte une légère salinité (5 à 15 pour mille ⁹), ce qui réduit cependant la reproduction et gêne la croissance.
- Une reconnaissance aisée grâce aux rayures caudales. Mais il faut faire attention aux hybrides.

Signalons que les *Sarotherodon galilaeus* et *Sarotherodon monodeus* ont le même mode de vie mais atteignent respectivement 1.600 et 1.000 g et leur croissance est moins importante. De plus, des hybrides sont en expérimentation, avec *Oreochromis macrochir*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis hornorum*, *Oreochromis aureus*.

4.4 Poisson-chat d'eau douce

C'est le *Clarias gariepinus*, une espèce de la famille des *Clariidae*. Voir la figure 4.2.

Ses caractéristiques principales sont :

- Une bonne connaissance par les populations. Sa croissance est exceptionnelle : 3 g /individu /jour et plus, mais on regrette sa difficulté de reproduction. La taille maximale observée personnellement : 1,2 mètres à Bouaké.

⁹ L'eau de mer est à 35 pour mille, soit 35 grammes de sel par litre d'eau.

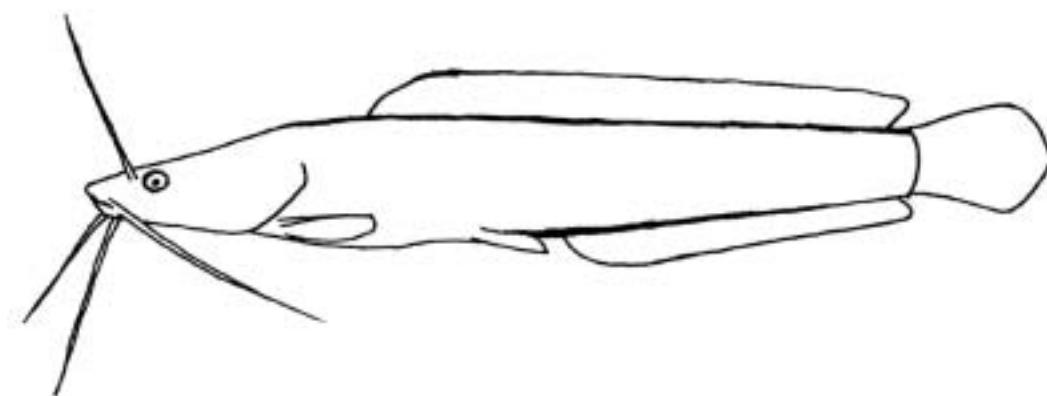


Figure 4.2 : *Clarias gariepinus*

- Une reproduction délicate nécessitant une installation spéciale et une certaine connaissance. On peut récolter des alevins dans le milieu naturel à petite échelle.
- Un régime omnivore à tendance benthique: il prospecte la vase et avale tout ce qui peut être mangé, ainsi que le son, les déchets, les tourteaux etc. Il a une tendance ichtyophage (attention aux tailles respectives des juvéniles et des prédateurs).
- Une grande rusticité, il supporte une forte promiscuité (10 poissons/ m²), ainsi que les cages. Il remue beaucoup le fond, ce qui trouble l'eau et peut gêner d'autres espèces associées dans le même bassin. Grâce à sa respiration aérienne et son corps anguilliforme, il peut se déplacer d'un bassin à l'autre, ce qui nécessite une barrière ou des berges à pente forte. C'est un bon prédateur.
- On en trouve partout au Bénin et au Sénégal. Il se reproduit lors des crues. Il est courant aussi dans le Sud-est asiatique.
- Il supporte des eaux chaudes et peu oxygénées ce qui est un grand avantage pour l'aménagement de pièces d'eau peu profondes.

4.5 Perche du Nil

C'est le *Lates niloticus*, famille des *Centropomidae*. Voir la figure 4.3.

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance moins spectaculaire que le *Clarias*. Grande taille : jusqu'à 184 kg dans le Lac Tanganyika !
- Une bonne reproduction et une capacité de vivre dans de grandes retenues ou des lacs, à faible densité de *Lates niloticus*.

- Une chaîne alimentaire longue : c'est un ichtyophage, acceptant aussi de manger des aliments préparés.
- Intéressant pour les grandes retenues. Des études sont en cours pour son élevage en bassins. C'est un bon prédateur. Sa manipulation est délicate.
- On le rencontre au Burundi, au Lac Tanganyika, dans le fleuve Sénégal et en Côte d'Ivoire notamment.
- Il préfère les eaux oxygénées pas trop chaudes.

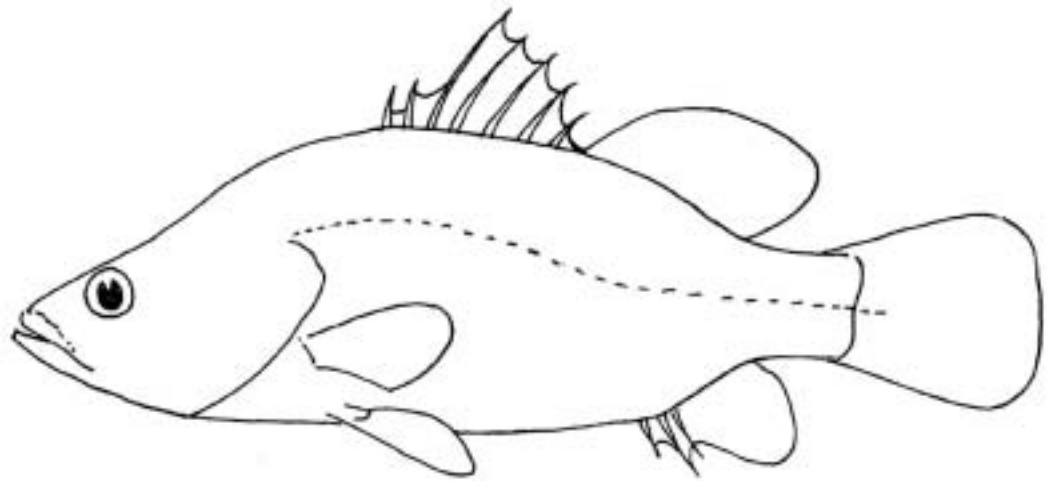


Figure 4.3 : *Lates niloticus*

4.6 Hétérotis

Il s'agit de *Heterotis niloticus*, de la famille des *Osteoglossidae*. Voir figure 4.4.

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance rapide : 3 g /individu /jour et plus. Grande taille, supérieure à un mètre de long.
- Une reproduction délicate. Il nécessite une faible profondeur et de la végétation herbacée. Il aime l'espace.
- Une microphagie - planctophagie. Il tolère les aliments classiques avec une tendance omnivore en étang comme l'*Oreochromis niloticus*.

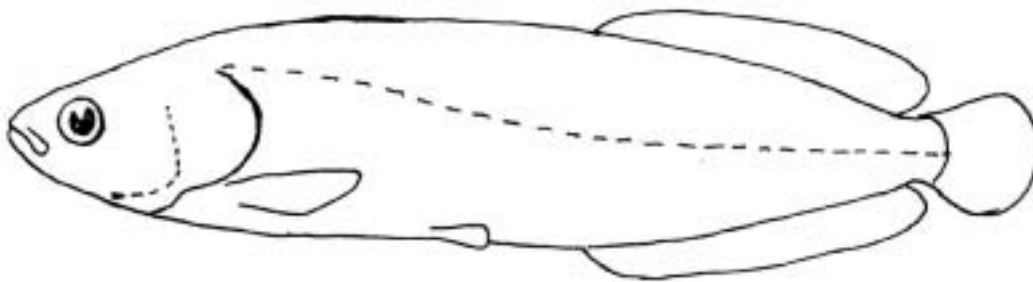


Figure 4.4 : *Heterotis niloticus*

- Il est intéressant pour le repeuplement des grandes retenues ou comme prédateur. Son élevage est un peu délicat
- On en trouve au Nord et à l'Est du Sénégal et en Côte d'Ivoire.

4.7 Autres tilapias

Il s'agit du *Tilapia guineensis* (tilapia de Guinée ou Tilapia à tache noire) et du *Tilapia zillii* (Tilapia Zillii) de la famille de *Cichlidae*. Voir les figures 4.5, 4.6 et 4.7.

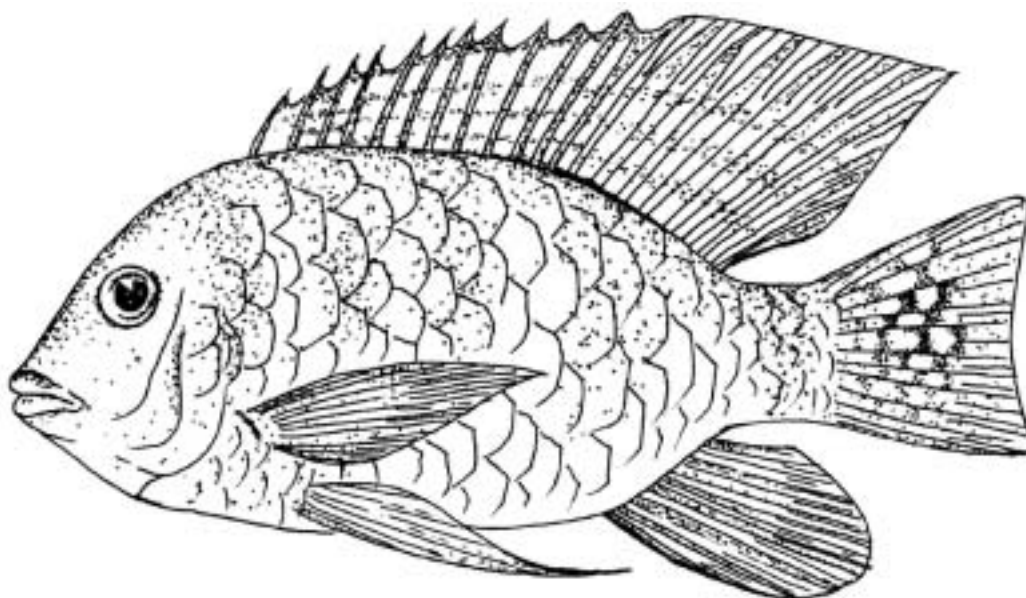


Figure 4.5 : *Tilapia guineensis*

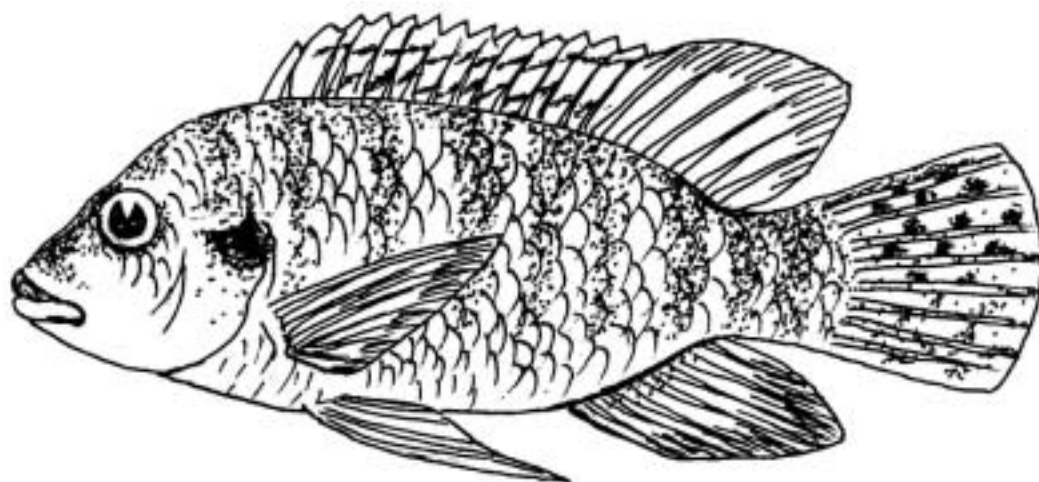
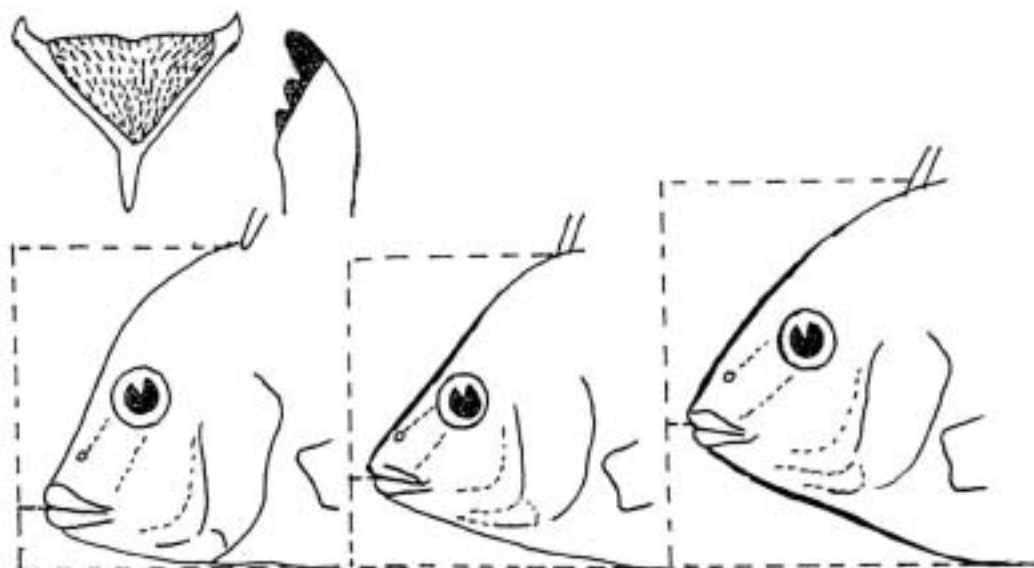


Figure 4.6 : *Tilapia zillii*



Légende : A gauche, tête de *Tilapia guineensis*, avec au dessus son pharyngien inférieur et une de ses dents tricuspides.
Au centre, tête de *Tilapia zillii*.
A droite, tête de *Tilapia guineensis*

Figure 4.7 : *Tilapia guineensis* et *Tilapia zillii*.

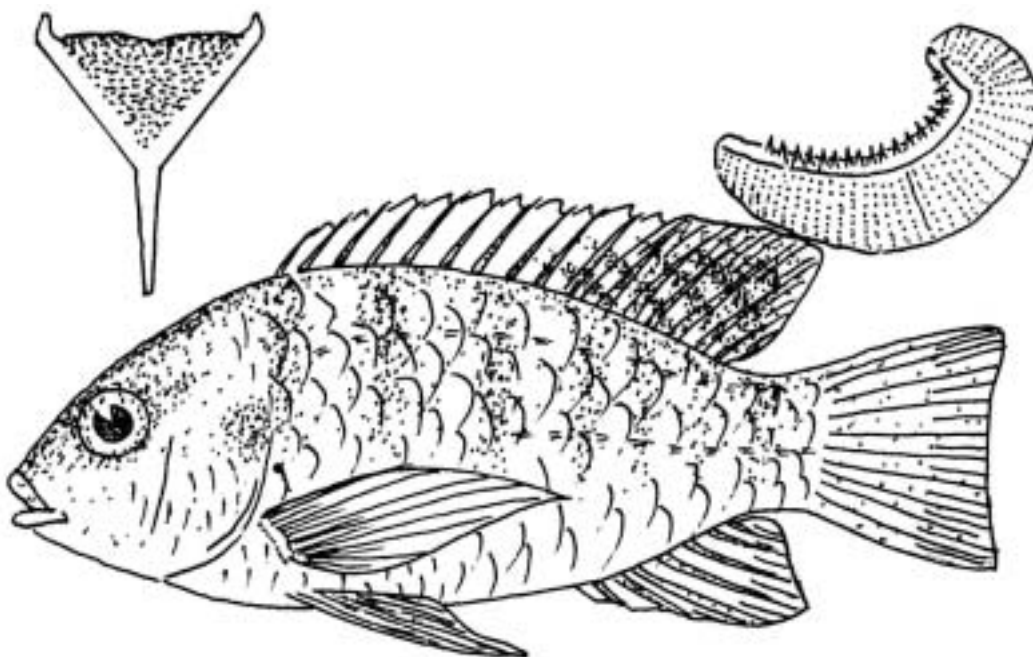
Leurs caractéristiques principales sont :

- Une croissance moyenne, 30 à 40 cm de longueur maximum mais avec des croissances initiales rapides.
- Une reproduction très forte avec des nids en cuvettes.
- Un régime omnivores : herbivores, insectivores, etc. Ils peuvent par exemple être nourris avec des feuilles de manioc.

- Une bonne rusticité. Ils sont facilement manipulables.
- On en trouve dans les eaux douces partout.
- Supportent une salinité supérieure à 40 pour mille dans le cas de *Tilapia guineensis*.

4.8 Tilapia noir

C'est le *Sarotherodon melanotheron* de la famille des *Cichlidae*. Voir la figure 4.8.



Légende : en haut à gauche, pharyngien inférieur et
en haut à droite, premier arc branchial

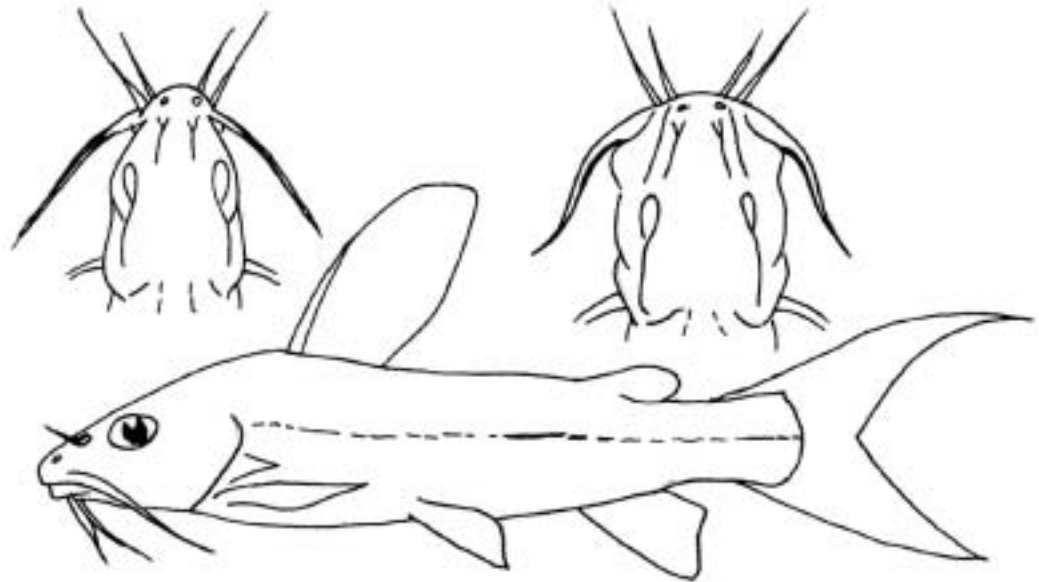
Figure 4.8 : *Sarotherodon melanotheron*.

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance moyenne : jusqu'à 1 g /individu /jour. Taille réduite : 26 cm de long maximum.
- Une reproduction très forte avec incubation buccale chez le mâle.
- Une régime microphage mais il assimile aussi des aliments variés.
- Il est maniable et rustique.
- On le trouve facilement en Afrique de l'Ouest.
- Il supporte de fortes salinités : plus de 40 pour mille.

4.9 Mâchoiron

C'est le *Poisson Ministre* de la Côte d'Ivoire, soit le *Chrysichtys nigrodigitatus* de la famille des *Bagridae*. Voir la figure 4.9.



Légende : en haut à gauche, tête de femelle et à droite, tête de mâle

Figure 4.9 : *Chrysichtys nigrodigitatus*

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance moyenne.
- Une reproduction délicate en station d'aquaculture.
- Un régime carnivore à tendance omnivore.
- C'est un poisson de fond, principalement.
- Il est facile à manipuler et très apprécié en Côte d'Ivoire, moins au Sénégal, où on le trouve au Sud et à l'Est seulement.
- Il s'élève en enclos.
- Il vit en eau douce avec jusqu'à 5 à 10 pour mille de salinité. Au-dessus, son élevage est difficile.

L'espèce *Chrysichtys walkerii* est identique avec une croissance moindre.

4.10 Autres espèces

- *Cyprinus carpio* de la famille des *Cyprinidae* : c'est la carpe commune. Elle est surtout élevée en Europe et en Asie. C'est une espèce sélectionnée à croissance rapide.

- *Ctenopharyngodon idella* de la famille des *Cyprinidae* : c'est la carpe chinoise. Sa croissance est rapide, plus de 50 kg de poids total. Elle peut consommer son propre poids de végétaux, comme la jacinthe d'eau, par jour.
- *Mylopharyngodon piceus* de la famille des *Cyprinidae* : c'est la carpe bleue. Elle se nourrit de mollusques et crustacés et peut être utilisée dans la lutte anti-bilharziose.
- Les Mulets, *Mugil* et autres genres, de la famille des *Mugilidae* : cette pisciculture est pratiquée en Europe. On récolte les alevins en mer et en lagunes.
- *Chanos chanos*, de la famille des *Chanidae* : c'est le *milk-fish*. Il est élevé en masse sur des milliers d'hectares d'étangs.
- *Trachinotus spp.*, de la famille des *Carangidae* : c'est la trachinote, élevée en Floride. Son élevage est expérimenté en Côte d'Ivoire.

D'autres espèces sont à l'étude par exemple à Bouaké en Côte d'Ivoire. Il s'agit de *Auchenoglanis*, *Shilbe*, *Astatoreochromis*, *Labeo*, *Distichodus*, *Citharinus*, etc.

5. Techniques de production

5.1 Introduction

Sont examinés successivement :

- La manipulation de l'étang, dont : la mise en eau, la vidange, l'assec, la récolte des poissons, l'entretien à chaque vidange et l'entretien journalier ;
- puis l'alimentation dont : la fertilisation aux engrais organiques la fertilisation aux engrais minéraux, les apports de nourriture, la distribution des aliments et la comparaison entre différents systèmes d'alimentation ;
- ensuite la pêche de contrôle, la pêche intermédiaire et le sexage et enfin
- une étude comparative de quelques aliments à une ou plusieurs composantes

5.2 Manipulation de l'étang

5.2.1 Mise en eau

Lorsque l'on remplit pour la première fois un étang, on laisse couler l'eau doucement de telle sorte que les digues s'imbibent lentement et progressivement, qu'elles se tassent au fur et à mesure que l'eau monte, supprimant ainsi toute porosité susceptible de créer des *renards*, endroits de circulation préférentielle de l'eau aboutissant à des brèches par agrandissement progressif de ces voies d'eau.

On laisse monter l'eau 5 à 10 cm par jour. Arrivée au tiers de la hauteur normale, on arrête pendant 2 à 3 jours, ainsi qu'aux deux tiers de la hauteur. Quelques suintements peu importants à la base des digues sont normaux, mais il convient de les surveiller. S'ils persistent ou s'aggravent, il faut baisser le niveau de l'eau, rechercher et boucher intérieurement les fuites avec de l'argile. Le niveau maximum d'un étang ne doit pas atteindre le niveau de la banquette (sommet des digues). On doit laisser une *revanche* d'environ 20 cm pour les petits étangs et 50 cm pour les grands où l'arrivée d'eau est moins contrôlée. Lorsque l'étang a été régulièrement utilisé, on peut le remplir plus rapidement, à condition toutefois que le fond et les digues ne soient pas craquelés profondément.

Une fois rempli, le niveau de l'étang doit rester constant, l'apport d'eau étant égal à l'infiltration plus l'évaporation. Parfois, on laisse couler l'eau en permanence pour refroidir et oxygéner l'eau, ce qui n'est pas nécessaire avec les tilapias.

5.2.2 Vidange

Pour faire la vidange complète, on baisse progressivement le niveau de l'eau dans l'étang jusqu'à ce que tous les poissons soient regroupés devant le moine où ils sont capturés à l'aide d'une senne (filet de pêche rectangulaire, flottant dans ce cas) ou d'épuisettes.

A la fin de la récolte, on peut :

- classer les poissons par tailles : poissons marchands, *fingerlings*, alevins (car il est difficile de sortir tous les poissons indésirables lors des pêches de contrôle).
- Peser et compter les individus de chaque classe afin de déterminer les proportions.

La récolte termine l'élevage. On peut donc l'évaluer par rapport aux objectifs initiaux. On peut calculer pour un cycle d'élevage :

- la croissance journalière ou Gain moyen quotidien = GMQ ;
- le Quotient Nutritif = QN de l'aliment, soit le nombre de kilos d'aliments qu'il a fallu pour faire grossir les poissons de 1 g ;
- le taux de survie = TS en %.

Tout ceci sur un cycle et aussi :

- le poids net de poissons produits durant le cycle ;
- la proportion de poissons marchands dans la récolte (en poids) et
- le rendement de l'étang, exprimé en kg /are /an ou en tonne /ha /an.

5.2.3 Assec

L'assec est le temps de repos, à sec, de l'étang.

On doit laisser la vase sécher durant un temps variable mais qui peut prendre 10 jours ou plus. On épand selon les besoins des engrais ou de la chaux pour favoriser la décomposition de la vase. Ensuite, on met l'étang en eau et il faut encore attendre une semaine avant la mise en charge pour que les engrais ne soient plus toxiques et que le phytoplancton ait eu le temps de se développer. Mettre les poissons directement amènerait un stress et même la mort des alevins ou juvéniles.

5.2.4 Récolte des poissons marchands

Pour récolter les poissons, il faut des pêcheries. On distingue deux sortes de pêcheries : la pêcherie fixe et la pêcherie mobile.

- **Pêcherie fixe** : c'est un *bassin* à fond bétonné ou cimenté à la base. On prévoit des rainures dans lesquelles on glisse les grillages qui laissent passer l'eau et retiennent les poissons.
- **Pêcherie mobile** : c'est une *caisse de capture* constituée d'un fond de deux parois latérales en grillages et de petits côtés. Le côté arrière est muni de grillages ; le côté avant est fait d'une planche dans laquelle est réalisé un trou de même diamètre que les buses de vidange.

La *caisse de capture* est plus efficace que la pêcherie fixe car elle a l'avantage de faire sortir l'eau sur plusieurs faces, alors que dans la pêcherie fixe, l'eau ne peut sortir que par le grillage aval. Toutefois la caisse de capture ne peut s'employer pour des étangs de grandes surfaces. Pour les petits étangs qui se vidangent par un tuyau, on peut recueillir les poissons à l'aide d'une épuisette.

La récolte des poissons peut se faire en une ou plusieurs prises.

5.2.4.1 Récolte en une prise

Elle se fait plusieurs mois après la mise en charge et au maximum un an pour les étangs de barrage. On vide l'étang lentement, en ouvrant le moine de la façon suivante :

- déplacer la grille de la rangée des planchettes amont à la rangée des planchettes aval ;
- enlever toutes les planchettes amont ainsi que la terre qui se trouve entre les deux rangées de planchettes ;
- vidanger ensuite en enlevant une à une, les planchettes aval, et
- récolter les poissons dans une pêcherie fixe ou mobile située au bout du tuyau de vidange.

Généralement, les producteurs ne disposent pas de pêcheries ; ils diminuent considérablement l'eau de l'étang puis ramassent les poissons à l'épuisette ou à la senne, devant ou derrière le moine. Cette méthode de récolte implique que l'on dispose sur place un marché capable d'absorber tout le poisson le jour de la vidange.

5.2.4.2 Récolte en plusieurs prises

Lorsque le marché existant ne peut pas consommer toute la production de l'étang, le pisciculteur peut échelonner ses récoltes en faisant plusieurs pêches sans vider complètement l'étang. Les pêches commencent lorsque les poissons ont atteint la taille désirée, par exemple 4 à 6 mois pour 200 g à 250 g chez le tilapia. A chaque pêche, soit on retire seulement la quantité de poissons que le marché peut consommer, soit on stocke les poissons non vendus dans un autre étang. Les pêches intermédiaires s'effectuent à la *senne à petites mailles* (14 mm) ou parfois à l'*épervier* (filet conique plombé sur le pourtour et qui se lance dans un mouvement circulaire). Avant de faire la pêche intermédiaire, on diminue le niveau de l'eau.

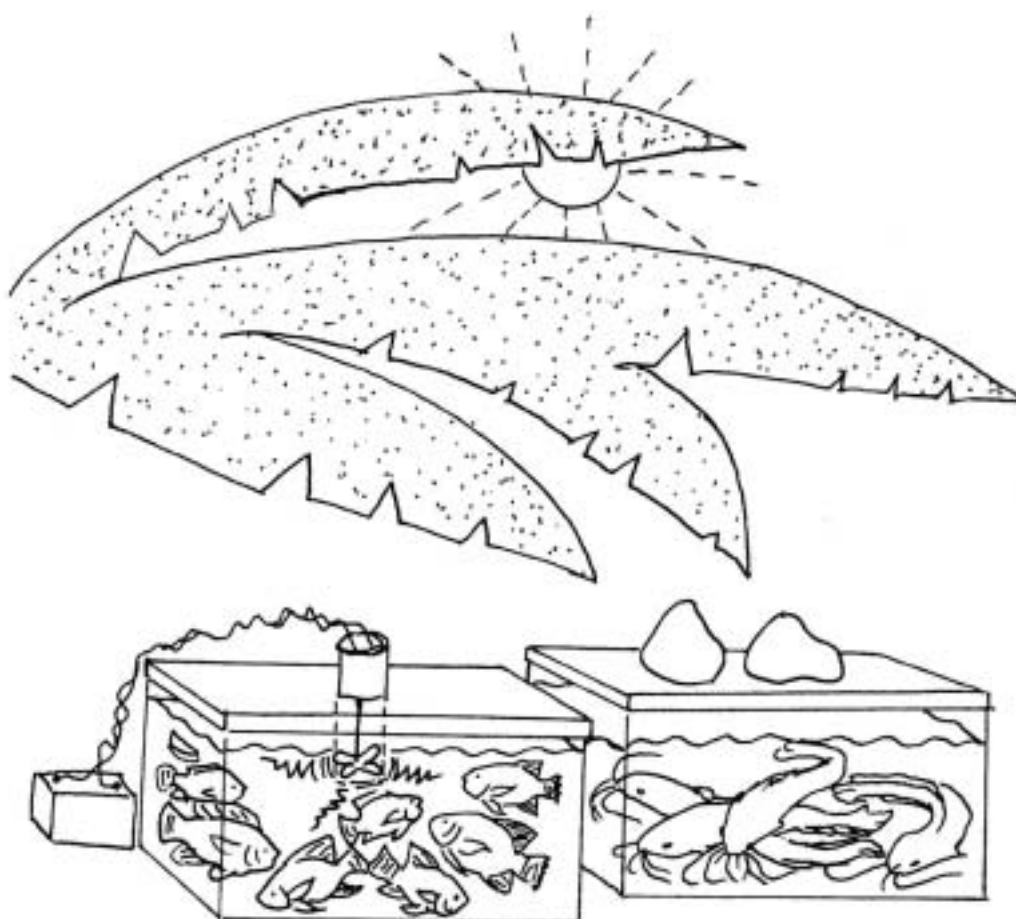


Figure 5.1 : Transport des poissons

La pêche totale s'effectue en vidant l'étang, ce qui permet de récolter tout ce qui reste à la fin de la vidange. Après la récolte, il faut parfois transporter les poissons en utilisant es caisses comme montré à la figure 5.1. Attention au manque d'oxygène qui se traduit par le fait que les poissons viennent « piper » l'air comme indiqué à la figure 5.2.

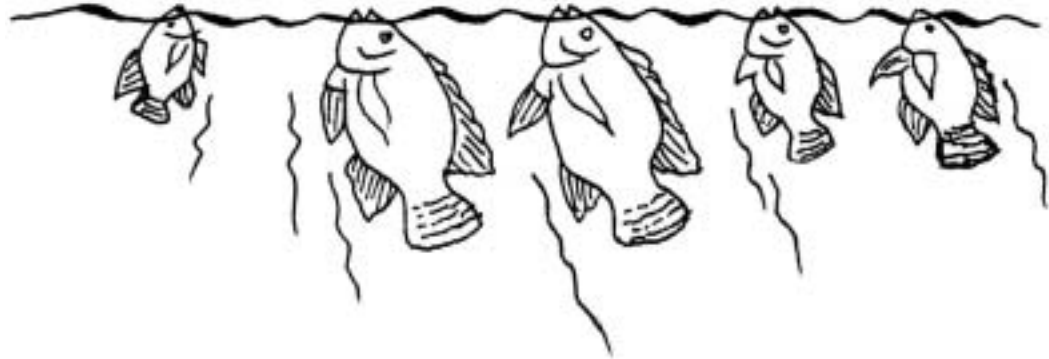


Figure 5.2 : Manque d'oxygène : les poissons viennent « piper » l'air

5.2.5 Entretien à chaque vidange

L'entretien courant se fait à chaque vidange en plusieurs opérations :

- Le *curage* : il consiste à enlever la vase en excès et à la remonter sur les digues pour leur redonner la forme initiale. La vase en excès peut servir d'engrais pour les champs et les jardins après séchage. On doit aussi enlever les mauvaises herbes aquatiques nuisibles, du fond et de surface sauf celles servant à la reproduction des poissons (*Heterotis*) si nécessaire.
- *Inspection* soigneuse des digues avec bouchage des trous et crevasses avec de l'argile, repiquage des plantes fixatrices des berges.
- *Inspection* de l'alimentation et de la vidange, nettoyage de ces systèmes et de toute maçonnerie.
- *Fertilisation* : épandage d'engrais minéraux et de matière organique (voir alimentation).
- *Scarification* ou labour une fois par an pour intégrer la vase au sol du fond de l'étang.

Il peut arriver qu'une digue se rompe. Avant de la réparer il faut en premier lieu trouver la cause de la rupture car, si l'on ne supprime pas cette cause, la digue sera de nouveau détériorée à la première occasion. Pour la réparation, il est nécessaire de *débrider la brèche*, les matériaux résultant des éboulis et les racines des végétaux arrachés sont enlevés, et la brèche est largement nettoyée à la pelle-bêche jusqu'à atteindre la terre dure, en dessus et sur les côtés. De la terre argileuse, si possible de même origine que celle ayant servi à la construction, sera apportée, humidifiée et compactée en couches minces dans l'ouverture jusqu'à colmatage complet. Il est bon de travailler comme pour la construction

des digues, en faisant monter le niveau de l'eau au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Par la suite, les zones de jonction doivent être surveillées attentivement car une réparation est toujours aléatoire, malgré le soin apporté aux travaux (dilatation et retrait différents des nouveaux matériaux, par exemple). Ne pas oublier que les arbres et arbustes qui poussent sur les digues peuvent être une cause de rupture : pourrissement des racines ou déracinement par grand vent, par exemple). Il est donc préférable de les supprimer quand ils sont tous petits, au moins sur les digues étroites et à la partie intérieure des digues larges. Ce conseil est également valable lorsqu'il s'agit d'arbres fruitiers comme les manguiers, orangers et autres, malgré la répugnance qu'on peut avoir à supprimer ces arbres.

Il est d'ailleurs conseillé de ne pas ombrager fortement l'étang pour favoriser la croissance du plancton ; de plus les feuilles mortes ne sont pas consommées par les poissons et s'accumulent sur le fond en pourrissant au détriment du taux d'oxygène.

5.2.6 Entretien journalier

Il consiste à :

- nettoyer les grilles d'arrivée et de trop plein
- vérifier le bon fonctionnement des systèmes d'alimentation et de trop plein, éventuellement le déversoir.

Tout ceci peut se faire en même temps que l'alimentation.

5.2.7 Chronologie

Chaque jour : Alimenter les poissons. Nettoyer l'alimentation et la vidange. Vérifier tous les systèmes.

Vidange : Doucement. Curage et entretien. Inspection des digues et réparation. Fertilisation et labour ou scarifications.

Attendre 10 jours avant la mise en eau.

Mise en eau : Lente. Surveiller les digues : l'eau monte de 5 à 10 cm par jour avec arrêt de 2 à 3 jours lorsque l'on atteint le premier puis le deuxième tiers la première fois que l'étang est mis en eau.

Attendre 1 semaine avant la mise en charge.

Mise en charge : introduction des alevins.

5.3 Alimentation

5.3.1 Introduction

Il est impossible de faire de la pisciculture intensive ou semi intensive en comptant simplement sur la productivité naturelle des eaux. Il est indispensable d'améliorer les rendements par l'apport d'engrais ou de nourritures variées. Dans ce cas, il faut toutefois faire attention de ne pas surcharger les eaux en déchets, faute de quoi on obtient rapidement un déficit en oxygène et la mort des poissons. Nous verrons la fertilisation de l'eau puis l'alimentation directe.

5.3.2 Fertilisation aux engrais organiques

5.3.2.1 Action des engrais organiques

L'action de la fumure organique est au moins double :

- Certains engrais organiques sont assimilés par la faune aquatique, le zooplancton et par quelques poissons.
- Par décomposition et minéralisation, ils favorisent la production de gaz carbonique et fournissent des nitrates et phosphates nécessaires au développement du phytoplancton.

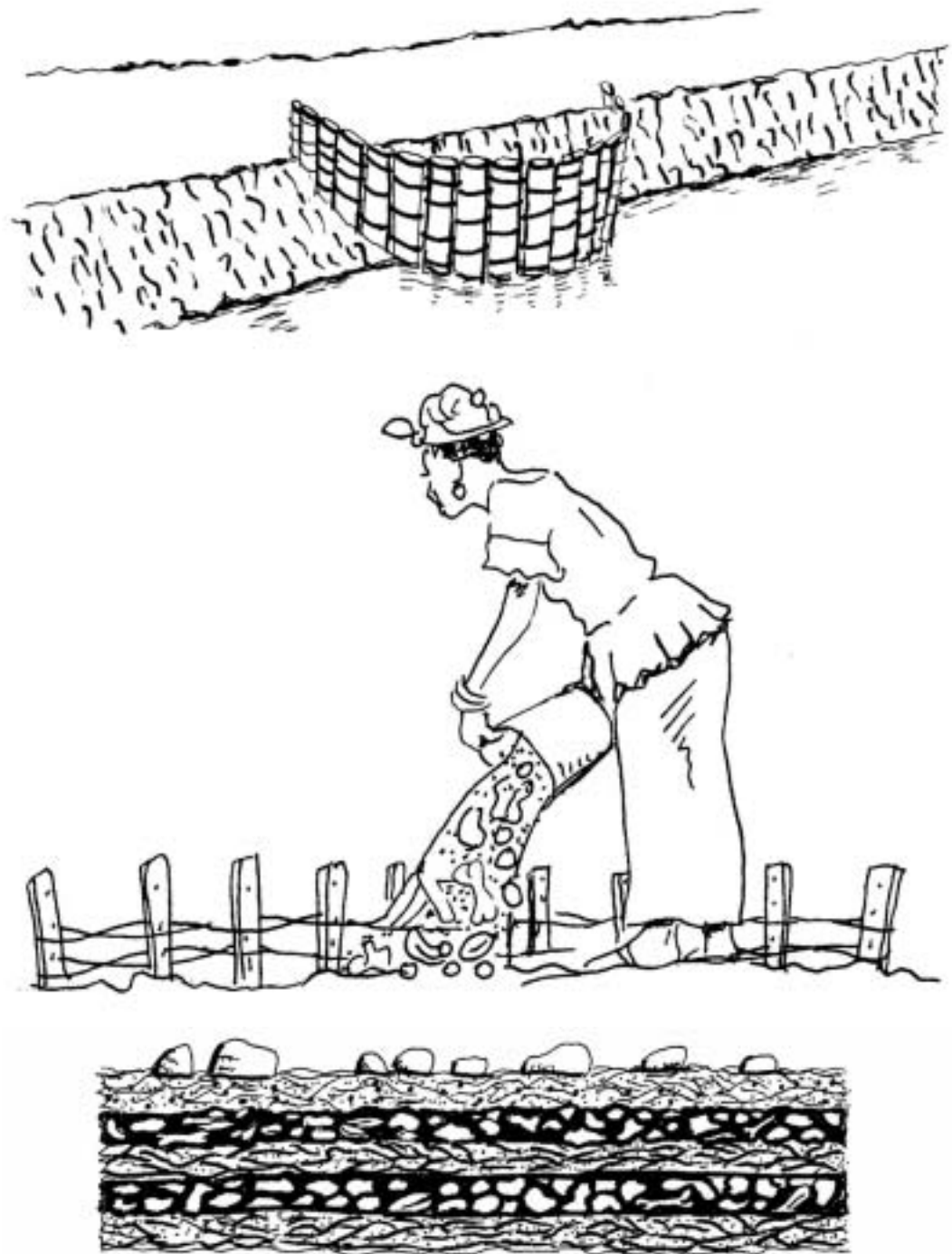
5.3.2.2 Type d'engrais organique

Les sources de fumure organique sont assez nombreuses, mais souvent en quantités plutôt faibles. On distingue :

- Les *fientes de poules* et autres oiseaux sont souvent trop dispersées en milieu rural pour être exploitables dans les grands étangs. Par contre, la proximité d'un élevage avicole industriel est une richesse pour un pisciculteur. En élevage intensif, les doses peuvent atteindre 1/4 à 1/2 brouette toutes les 2 semaines pour 100 m² d'étang : épandre en poids de fientes soit 1/2 à 1 brouette par semaine /étang de 4 ares. On se limite à 2,5 - 4% par jour de la biomasse des poissons avec des fientes de poulets ou canards.
- Le *fumier de porc* qui n'est utilisable que par les non musulmans. L'association porcherie et pisciculture est très intéressante par les rendements et les facilités qu'elle procure. On laissera sécher ce fumier pendant 2 semaines avant de l'utiliser à la dose de 1/2 à 1 brouette /semaine /étang de

4 ares. On se limite à épandre en poids de fumier 3 - 4% / jour de la biomasse du poisson.

- Le *fumier de vache* et autres ruminants qui est à utiliser avec beaucoup de précautions car il est trop riche en cellulose et risque de provoquer une importante fermentation qui fera chuter brutalement le taux d'oxygène. On se limite à 3 - 4% de la biomasse des poissons par jour. Il est préférable de l'utiliser en application sur le fond des étangs, à sec après la vidange, à la dose de 30 tonnes /ha /an, soit 1 tonne /étang de 4 ares /an. Une scarification de l'assiette permet de mélanger le fumier à la vase sans retourner le sol.
- Le *purin* est un liquide suintant d'un tas de fumier après une pluie ou un arrosage, ne se trouve que dans les élevages en stabulation où l'on récolte les urines et le fumier. Il est excellent pour la production de zooplancton à raison de 2,5 litres /are /semaine soit 10 litres /étang de 4 ares /semaine. Faire attention à l'odeur qui se dégage après épandage ; en cas d'odeur ammoniacale, réduire les doses de moitié.
- Les *composts* sont composés de végétaux relativement tendres comme les feuilles, herbes et plantes aquatiques, qu'on mélange à des matières fécales (d'oiseaux, porcs, herbivores ou humaines), ou qu'on arrose de sulfate d'ammoniaque. Cette masse végétale est mise en tas et arrosée fréquemment. Lorsque la hauteur du tas a diminué de moitié, on le retourne en mettant à l'intérieur les matières les moins décomposées. Après un an, soit 2 ou 3 retournements, la masse a diminué des 2/3 ou des 3/4, et peut être utilisée comme le fumier de vache.
- *Compostières* dans l'étang comme montrées à la figure 5.3. On peut installer des clayonnages sur la digue amont de l'étang et y déverser les déchets ménagers, feuilles, herbes, fruits avariés ; là aussi, on ajoute un peu de fumier frais pour activer la décomposition, et on arrose de façon à ce que le purin s'écoule dans l'étang (fertilisation liquide). Après décomposition complète, le reste du compost est utilisé par épandage à sec sur l'assiette comme le fumier de ruminants.



Légende :
 En haut : Compostière dans l'étang sur la banquette de la digue amont réalisée en clayonnage pour apport d'engrais organiques.
 Au centre : Epandage des détritux chaque jour.
 En bas : Composition d'une compostière : débris ménagers et végétaux en couches successives.

Figure 5.3. : Réalisation de compostières dans l'étang.

- Les *eaux usées* sont les évacuations des sanitaires. Dans tout le Sud-Est asiatique, là où les étangs sont proches des habitations, les toilettes sont

construites sur pilotis directement au-dessus des étangs. Il en est de même au bac de Gambie où des pêcheurs attrapent joyeusement des poissons de consommation en aval des toilettes publiques. A Ziguinchor, les vidanges de fosses sont déversées dans la Casamance par la pompe municipale, contribuant ainsi à la prospérité de la pêche. A Saint-Louis les toilettes sont vidées chaque matin dans le fleuve poissonneux, tout comme à Cotonou où les rives du lac Ahémé servent de toilettes. Il est bon cependant de se méfier de ces pratiques, dans les secteurs où sévissent la bilharziose et autres maladies humaines dont les agents vecteurs passent par un cycle aquatique. Dans ces endroits, on ne devrait utiliser pour la fertilisation des étangs que les liquides issus du passage dans une fosse septique bien conçue telle que les composteurs à méthane ou *biogaz*, qui donnent un compost stérile et inodore. A Manille, aux Indes et en Europe, les eaux des égouts sont diluées puis utilisées, pour fertiliser des étangs industriels. Dans ces étangs peu profonds, la prolifération du phytoplancton est intense et purifie l'eau, qui peut ensuite être réutilisée.

- Le *rouissage du manioc* : il permet d'augmenter sensiblement la production de poissons. Le manioc est ensuite récupéré et consommé : la fertilisation provient du jus de rouissage et est donc gratuite. Un apport minimum de 10 kg de tubercules /are /jour est recommandé ; la dose peut atteindre 200 kg /are /semaine mais jamais plus.
- Autres *engrais organiques* : les excédents alimentaires après consommation par les poissons peuvent être considérés comme des engrais organiques puisqu'ils vont se décomposer sur le fond de l'étang ; ils favorisent donc le développement du phytoplancton. Cependant, il n'est pas recommandé de nourrir les poissons en excès car les déchets accumulés peuvent finir par diminuer le taux d'oxygène dissous et être donc plus nuisibles qu'utiles.
- Les *élevages associés* sont une formule très intéressante, étudiée plus loin. Nous verrons ainsi les cultures intercalaires lors de l'étude de la rizipisciculture.

5.3.2.3 Epandage d'engrais organiques

Les épandages doivent être uniformes pour éviter toute concentration fâcheuse. Le choix des engrais est fixé par la disponibilité et le prix, si possible nul. Chaque engrais doit faire l'objet d'essais pour vérifier sa productivité et sa non nocivité. Pour éviter une asphyxie des poissons, on peut réaliser un test où l'on mesure le taux d'oxygène dissous en fonction des doses d'épandages. Le

minimum d'oxygène se situe au cours de la première nuit suivant l'apport. Les mesures d'oxygène se font au lever du soleil où elles sont alors minimales.

L'épandage de fientes se réalise préférentiellement en poids de fiente et en pourcentage de la biomasse de poissons. Il ne faut pas dépasser les valeurs maximum recommandées. Ceci pour éviter d'abord une accumulation au fond de l'étang et ensuite une chute rapide du taux d'oxygène. La fréquence idéale des apports suit la règle : *le plus souvent possible*. L'idéal est journalièrement, comme en Israël, où cette méthode donne les meilleurs résultats.

5.3.3 Fertilisation aux engrais minéraux

Les engrais minéraux n'agissent directement que sur la flore ; ils ont l'avantage de ne pas provoquer de fermentations. Par contre, comme les engrais minéraux coûtent assez cher, il est nécessaire de les utiliser au mieux et il est donc recommandé de faire procéder à des analyses du sol et de l'eau pour savoir quels sont les types d'engrais et les doses optimales à employer. Généralement ils ne sont employés que pour résoudre un problème grave. Voir la figure 5.4.



Figure 5.4 : Panier flottant pour la distribution d'engrais minéraux. Il flotte grâce à une chambre à air et d'un pneu qui peuvent être remplacés par un flotteur en bois léger.

5.3.3.1 Amendements calciques

Ils n'ont pas toujours de résultats satisfaisants sur la productivité, mais ils ont une influence bénéfique sur la santé des poissons. Il y a donc lieu de les utiliser plutôt comme médication, ou pour modifier le peuplement végétal : production d'espèces différentes et en quantité différente.

Le chaulage des eaux acides confère un pH ⁽¹⁰⁾ favorable à la bonne santé et à la bonne croissance des poissons ; il provoque la précipitation des matières organiques putrescibles en suspension. On emploie, selon le degré d'acidité et le but recherché : 200 à 500 kg de chaux vive /hectare ou 250 à 500 kg de chaux éteinte /hectare. L'épandage peut se faire lors d'un assec. S'il s'agit d'un traitement sanitaire, on dilue la chaux (lait de chaux) et on épand dans l'eau en plusieurs fois, chaque épandage ne se faisant que sur le quart de l'étang. L'usage de la chaux a l'inconvénient d'augmenter brutalement le pH de l'eau. Les produits suivants sont moins traumatisants mais pas toujours disponibles, ni bon marché :

- Le carbonate de chaux pulvérulent à la dose de 5 tonnes /ha en épandage manuel ou mécanique ;
- La cyanamide calcique, qui a un triple rôle : désinfectant et prophylactique - amendement calcique - engrais azoté. On l'emploie surtout en mélange avec des scories (Scoramide) à la dose de 350 kg /ha. Son application est malheureusement dangereuse et le personnel chargé de l'épandage doit se protéger les mains et le visage, éviter soigneusement de consommer de l'alcool et ne travailler qu'en l'absence de vent fort.

5.3.3.2 Engrais phosphatés

Le phosphore, comme élément nutritif, augmente le rendement en phytoplancton et en zooplancton ; il favorise en outre la fixation de l'azote par les bactéries, en présence d'oxygène, de chaux et de vase colloïdale. On utilisera, si possible, des scories de déphosphoration quand le pH de l'eau est acide car elles contiennent 40 à 50% de la chaux nécessaire pour que l'absorption des phosphates puisse avoir lieu.

En Afrique, des rendements intéressants ont été obtenus en répartissant les doses d'engrais chaque quinzaine de jours dans des paniers flottants ou des boîtes perforées posées sur piquets comme montré aux figures 5.4 et 5.5. On peut utiliser les doses suivantes par quinzaine :

¹⁰ pH = Potentiel Hydrogène. C'est une mesure chimique courante de l'eau pour connaître son acidité. pH 7 = neutre, pH 14 = maximum basique, pH 1 = maximum acide

- 30 kg /hectare de superphosphate à 45 % de P_2O_5 .
- 45 Kg /ha de superphosphates à 30 % de P_2O_5 .

Il est important de faire des essais comparatifs pour ajuster au mieux les doses distribuées.

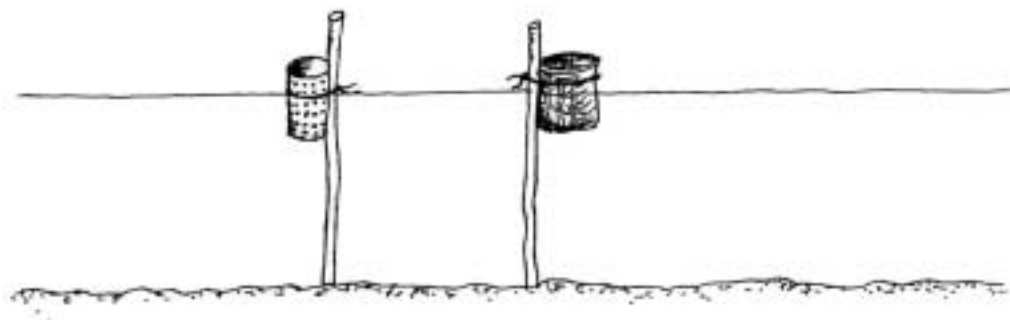


Figure 5.5 : Boîtes percées pour la distribution d'engrais minéraux, juste au niveau normal de l'eau dans l'étang.

5.3.3.3 Engrais azotés

On peut compléter l'action de l'engrais phosphaté par l'application d'un fertilisant azoté, dans les mêmes conditions :

- 30 kg de sulfate d'ammoniaque /ha /quinzaine.
- 15 kg d'urée /ha /quinzaine.

5.3.3.4 Oligo-éléments

On sait qu'outre les macroéléments N. P. K., le développement de la vie végétale, dans l'eau comme sur terre, se trouve influencé par la présence d'infimes quantités de corps comme le fer, le manganèse, le magnésium, le bore, le soufre, le cuivre et le zinc. Il suffit de quelques milligrammes de ces corps pour obtenir un accroissement, souvent très sensible, de la production végétale. Il est également possible que ces oligo-éléments aient aussi une action directe sur la physiologie des jeunes poissons, par une accélération des sécrétions endocriniennes qui favoriserait l'appétit, donc la croissance et la productivité.

On trouve des sachets contenant les divers oligo-éléments dans les magasins d'intrants agricoles. Il ne faudra toutefois les employer qu'après analyses destinées à déterminer les besoins réels, car ces produits ne sont pas bon marché. Les figures 5.4 et 5.5 montrent quelques types de paniers à engrais minéraux.

5.3.4 Apports de nourriture

5.3.4.1 Composition



Figure 5.6 : Apports de nourriture

Les apports de nourriture sont le moyen principal pour alimenter des poissons de pisciculture comme montré à la figure 5.6. Tous les déchets de transformation de produits alimentaires, ménagers ou agro-industriels, peuvent s'employer en pisciculture, mais tous n'ont pas la même valeur nutritive. On apprécie cette valeur nutritive par la mesure de leur coefficient de transformation ou *quotient nutritif* = QN : c'est le poids d'aliment en kg faisant grossir les poissons de 1 kg et de ce fait, ce chiffre n'a pas d'unité. De plus :

$$Q_n = \frac{\text{Poids de la nourriture distribuée}}{\text{Gain de poids}}$$

Le gain de poids = poids final - poids initial

Ce quotient nutritif peut être établi sur la base du poids humide du produit alimentaire, ou de son poids sec. Par exemple : la drèche de brasserie à 80% d'humidité a un QN de 12 (12 kilos de drèche font grossir les poissons de 1 kg).

Le poids de l'eau contenu dans la drèche est de :

$$\frac{12\text{kg} \times 80}{100} = 9,6\text{kg}$$

et le poids sec : $12 - 9,6 = 2,4 \text{ kg}$

Le QN de la drèche de brasserie sèche est donc de 2,4 seulement. Cela explique le QN particulièrement élevé de certains produits, comme les aliments

composés spéciaux et les tourteaux, qui ont une humidité inférieure à 15%. Les chiffres suivants sont donnés pour des produits dans leur état normal d'humidité.

En général les *Végétaux verts* ne constituent qu'un aliment lest ou une nourriture d'appoint, car leur QN est très élevé, ainsi d'ailleurs que leur humidité : feuilles vertes avec 90 à 98 % d'humidité. A cause de cela, l'élevage des poissons herbivores réclame des distributions massives de nourriture, occasionnant des frais de transport élevés. De plus, en climat tropical, on ne trouve en saison sèche que des végétaux trop secs ou trop ligneux pour être consommés par les poissons.

Nous déjà parlé de la *drèche de brasserie* : elle a un QN de 12, à 80 % d'humidité. Malgré ce QN élevé, elle peut être un aliment intéressant, principalement si la pisciculture est à proximité de la brasserie. Les drèches de brasserie entrent aussi dans la composition d'aliments granulés spéciaux, en proportion variable selon l'espèce de poisson ou de crustacé à élever.

Les *déchets de poisson et de viande et le sang d'abattoir* ont, en poids humide, un QN voisin de 6 et entrent dans la composition de nombreux régimes alimentaires piscicoles, soit déshydratés, soit frais. Le sang d'abattoir coagulé est un bon complément à l'aliment 3A que nous allons voir plus loin : il donnerait un aspect plus appétissant au poisson sur le marché.

On peut utiliser au Bénin et au Sénégal des *tourteaux d'oléagineux*, spécifiquement d'arachides, de palmiste et peut-être de coton. Ils ont un QN de 3 environ. Il faut redouter la pourriture provoquant une toxicité par l'aflatoxine.

Les *granulés composés spéciaux* sont très utilisés depuis longtemps pour l'élevage des poulets, leur composition est étudiée pour satisfaire exactement les besoins nutritifs des différents animaux d'élevage : poussins, poulets, poules, pondeuses et reproducteurs, par exemple. Ils ont un QN approximatif de 1,2. Dans certains pays, les aliments composés adaptés à la pisciculture se trouvent sur le marché. Ces granulés doivent répondre à plusieurs critères bien déterminés :

- Composition équilibrée pour chaque espèce élevée.
- Densité correspondant à celle de l'eau du lieu d'élevage (afin que les particules restent en suspension dans l'eau).
- Taille des particules adaptées à celle des bouches des poissons à nourrir.
- Insolubilité dans les étangs sans nuire à la digestibilité.

Grâce à ces granulés, on peut maintenant élever économiquement et rapidement des poissons carnivores et des crustacés : on obtient un poisson de taille commerciale en 18 mois, au lieu de 3 ans. En général, leur QN, en poids humide, est compris entre 2 et 3.

Les *sons de blé et de riz* : ce sont des *remoulages de blé* et des déchets de pillage du riz ou *farine basse de riz*. Ils ont un QN approximatif de 4 et constituent un excellent aliment, riche et digeste. On n'en trouve malheureusement pas partout ; de plus il est préférable de les utiliser assez rapidement car l'huile qu'ils contiennent s'oxyde et se transforme en acides gras libres qui augmentent le QN et sont moins assimilables. Les sons seront généralement humidifiés avant distribution pour qu'ils coulent au lieu de se disperser en surface.

Les *graines* (blé, coton, etc.) ont un QN de 5 à 6, les graines sont aussi un excellent aliment. Il est conseillé de les broyer ou de les faire tremper dans de l'eau chaude pendant quelques heures avant distribution afin qu'elles gonflent et soient plus facilement assimilables par le tube digestif des poissons.

Il est à noter que les Quotients nutritifs (QN) proposés ci-dessus sont ceux qui ont été mesurés en station de recherche.

5.3.4.2 Aliment 3A

Voici un exemple d'aliment composé, concentré sec, l'aliment classique de pisciculture de tilapia en étang, le 3A. Son nom vient de *Aliment* et 3 composants. Il est composé de 70% de farine basse de riz, 20% de tourteau de coton et de 10% de farine de poisson, le tout dosant 22% de protéines.

On obtient un QN (Quotient nutritif) de 2 en Côte d'Ivoire à Bouaké, à la station de recherche piscicole, en étangs de 4 ares, avec *Oreochromis niloticus* (tilapia du Nil), avec 4% de la biomasse comme ration alimentaire et à une densité d'empoissonnement de 2,2 poissons /m². La farine basse de riz peut être remplacée par du remoulage de blé. Le rendement dans ces conditions est de 7 tonnes /ha /an en recherche. On aboutit au même résultat en élevage bien suivi. Par contre en milieu paysan, le rendement est de 5 tonnes /ha /an, avec des pisciculteurs soigneux. On trouvera au § 5.7.4 d'autres aliments essayés en station de recherche en Côte-d'Ivoire.

5.3.4.3 Formulation d'un aliment

Dans la formulation et la composition des aliments composés et concentrés, on doit considérer un certain nombre de paramètres dont les principaux sont :

- Les besoins alimentaires déterminés pour les espèces d'élevage ;
- La taille et l'âge du poisson ;
- Les catégories de poisson : alevins juvéniles ou adultes ;
- Les valeurs nutritives, la disponibilité et le coût des sous-produits constituants.

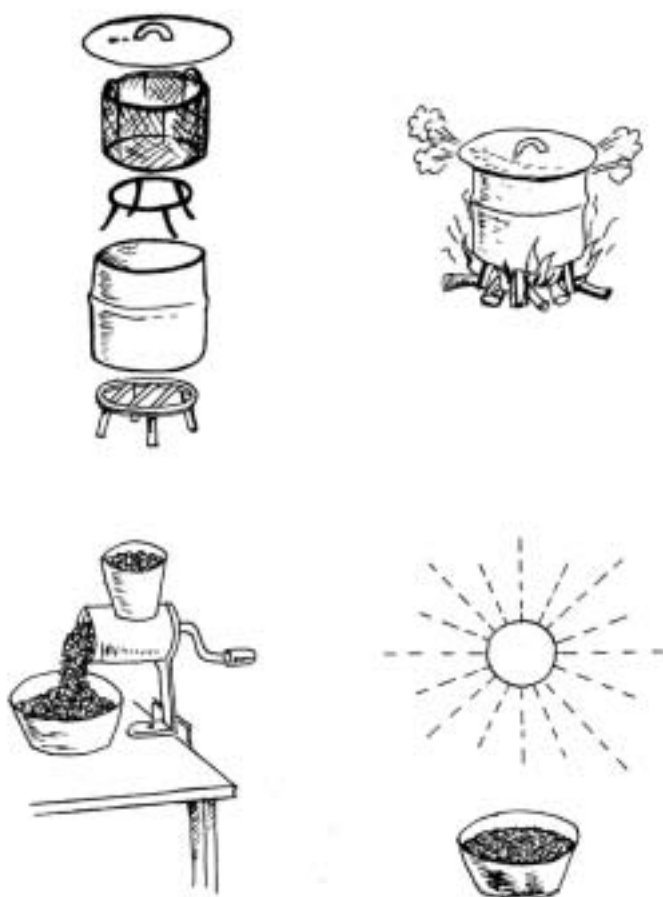
Tableau 5.1 : Principales composantes et leur pourcentage d'aliments composés et concentrés secs.

Composantes	Pourcentage
Protéines brutes	22 à 58 %
Matières grasses	1,2 à 8 %
Hydrates de carbone	2 à 41%
Matière minérale	10,4 à 22 %
Eau	6,5 à 11 %
Vitamines	traces

Le taux de protéine semble le plus important pour les poissons. Un bon concentré donne QN =1,5 à 2,5 dans les conditions normales. Pour la plupart des espèces de poissons une teneur d'environ 40% de protéines brutes donne de meilleure croissance. Cependant, compte tenu du prix élevé des sources de protéines, le pourcentage de protéines est souvent plus faible que l'optimum pour la croissance. Pour *Oreochromis niloticus* en cage, l'aliment doit contenir 20 à 30 % de protéines. Dans toute formulation d'aliments composés et concentrés, un certain pourcentage de protéines, le plus faible possible, doit venir de source animale dont la farine de poisson, particulièrement riche en acides aminés indispensables et assimilables, et en acides gras essentiels. La farine de poisson peut provoquer des maladies si le poisson séché n'était pas frais. Il est probable que 4 à 6% de farine de poisson serait acceptable pour *Oreochromis niloticus* en cage. Il semble, que *Oreochromis niloticus* trouve ses vitamines nécessaires dans l'aliment et les algues du plan d'eau. Les tourteaux de coton sont mieux utilisés que les tourteaux d'arachide par *Oreochromis niloticus*.

Pour la pisciculture en étang, on utilisera le plus souvent possible des aliments purs, de préférence des sous-produits céréaliers comme la farine basse

de riz, le son de riz ou le remoulage de blé, quand la production naturelle est importante. Mais quand un apport supplémentaire de protéines s'impose, on peut compléter la farine pure par un faible pourcentage de sous-produits riches en protéines : tourteaux divers ou farine de viande. Pour la pisciculture en cage, l'utilisation d'un aliment composé et concentré sous forme de granulés est obligatoire. Voir la figure 5.7.



Légende : En haut à gauche : casserole avec un panier, en haut à droite : cuisson des aliments, en bas à gauche, broyage des aliments cuits et en bas à droite, séchage des granulés.

Figure 5.7 : Fabrication d'un granulé.

D'une manière générale, le choix de tels ou tels aliments purs, de telles ou telles formules d'aliment, pour nourrir le poisson dépendra du coût ou de la disponibilité des produits et sous-produits. On oublie souvent de compléter par la fertilisation organique.

5.3.4.4 Distribution

Les aliments frais et farineux sont distribués aux poissons sans préparation spéciale. Les aliments composés, concentrés secs peuvent être fabriqués avec un moulin à viande ou dans une usine d'aliment.

- Fréquence de distribution. Il faut donner à manger aux poissons tous les jours, de préférence le matin. La ration alimentaire journalière peut être donnée :
 - en une seule fois entre 8 et 10 heures
 - ou en plusieurs fois : deux fois par exemple, entre 8 et 10 heures et 16 et 17 heures. (une heure après le lever et avant le coucher du soleil minimum).

Cependant la distribution en plusieurs services permet de diminuer les pertes, surtout s'il s'agit de son de riz seul.

- Technique de distribution. Les aliments frais sont déposés en plusieurs endroits et en petites quantités, à la volée ou à la cuillère à aliment. Les granulés sont distribués à la volée ; parmi ces granulés, certains sont flottants, et d'autres semi flottants c'est-à-dire flottants pendant un certain temps avant de couler.

Il existe actuellement des distributeurs d'aliments automatiques ; certains étant fixes, d'autres mobiles. Mais la pisciculture ayant avant tout un objectif de rentabilité économique, l'exploitant doit juger de la nécessité de l'utilisation d'un tel matériel. Il peut aussi le bricoler ou le construire avec les artisans locaux.

En élevage de poissons, plus la taille du sujet est grande, plus la ration alimentaire est importante. Les poissons mangent plus et digèrent plus vite quand la température de l'eau augmente jusqu'à une certaine valeur. Grâce au *réflexe de Pavlov*, on peut rapidement conditionner les poissons qui nageront vers le point d'alimentation au seul bruit des pas du distributeur d'aliments.

En milieu rural, on se sert généralement de boîtes de concentré de tomates grand modèle comme unité de mesure. La boîte pleine contient 2 kg d'aliment 3A si elle est remplie à ras bord et 2 kg de son de riz si elle est remplie au maximum. L'unité minimale dans ce cas est 1 kg (une demi boîte). Un manche adapté à la boîte permet de déposer l'aliment sur l'eau même par un vent léger, comme le montre la figure 5.8.



Figure 5.8 : Alimentation des poissons avec une *cuillère* de 2 m de long ou plus

5.3.5 Comparaisons

Les rendements d'étang par rapport à un témoin sont mentionnés au tableau 5.2.

Tableau 5.2 : Variation de rendements suite à l'apport de lisier avec même quantité et même fréquence :

Témoin	Porc	Volaille	Vache
100 %	520 %	510 %	390 %

En Israël, les essais montrent la supériorité des fumiers de porcs, poules et canards puis bovins et ovins. L'état frais semble le plus productif pour la production d'algues. Le stockage semble néfaste. N'oublions pas qu'un étang engraisé à 50% avec un aliment à faible valeur protéique et 50% d'effluents de méthanisation produit la même chose qu'un étang recevant un aliment à haute valeur

protéique. Le choix est économiquement important. Il est admis que la fertilisation organique permet de réduire la quantité d'aliment apportée ou d'en profiter plus : le QN ⁽¹¹⁾ est inférieur.

La fertilisation minérale est de loin moins productive que la fertilisation organique (souvent 50%). Son utilisation est cependant plus aisée et les risques moins élevés. On peut opposer une pisciculture de transformation n'utilisant que des aliments et une haute technologie (dont la rentabilité est douteuse en Afrique de l'Ouest) à une pisciculture de production alliant une productivité maximisée du milieu aquatique et une alimentation supplémentaire ou complémentaire.

5.3.6 Types d'alimentation

Le problème de l'alimentation du poisson se présente sous des aspects différents selon le type d'exploitation piscicole considéré. En pisciculture extensive dans les lacs de barrage, les poissons mangent uniquement ce qu'ils trouvent et qui est produit par le milieu aquatique. Il serait d'ailleurs superflu d'envisager le nourrissage dans un tel cas. Mais alors la croissance des individus est lente et il faut quelquefois plus de 2 ans avant de pouvoir exploiter un lac après empoisonnement. Avec l'intensification de la production piscicole se pose donc le problème d'alimentation artificielle, d'autant plus complexe que cette intensification est poussée. En pisciculture intensive d'étang, avec *Oreochromis niloticus*, le problème de nourrissage semble pratiquement résolu avec la distribution d'un mélange farineux de 70% de farine basse de riz, 20% tourteaux de coton et 10% de farine de poisson dosant 22% de protéines pour compléter et améliorer l'alimentation naturelle. Le coût de revient de cet aliment peut être réduit en diminuant la durée d'élevage. En pisciculture super intensive en cages, il faut apporter tous les éléments nutritifs nécessaires aux poissons par la distribution d'aliments composés et concentrés secs en granulé. Par conséquent il faut connaître les besoins nutritifs de l'espèce de poisson élevée, connaître les valeurs nutritives et les coûts des différents constituants, pour composer un aliment économique et qui donne de meilleur rendement. Mais aucune publication ne donne encore les besoins nutritifs des poissons actuellement élevés en Afrique.

5.4 Pêches de contrôle et intermédiaire

La pêche de contrôle (PC) consiste à vérifier le calibre des poissons d'un étang. L'objectif est de connaître le poids moyen individuel (Pmi), le nombre ap-

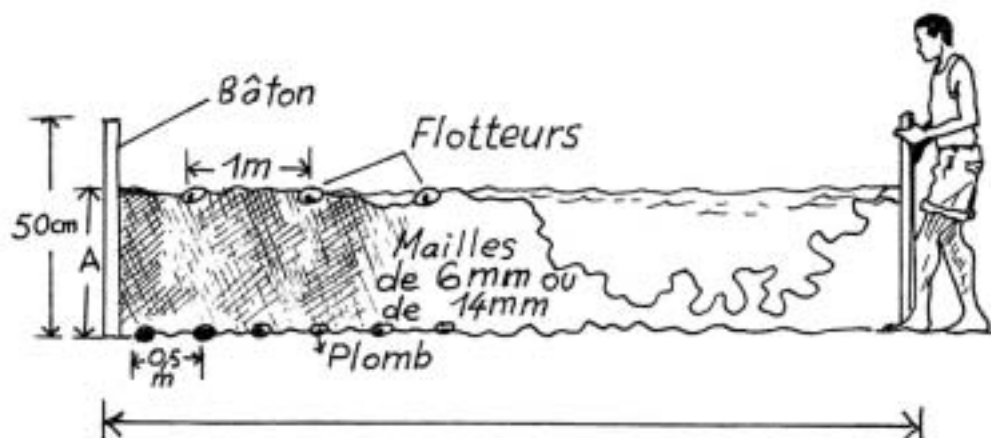
¹¹ Le QN est la quantité d'aliment en kg qu'il faut pour faire grossir de 1 kg le poisson

proximatif d'alevins et en outre de vérifier l'état de santé des poissons, de corriger les erreurs de sexage (lors d'élevage de poissons mâles uniquement) et d'éliminer si nécessaire alevins, femelles et espèces parasites indésirables. Cette pêche permet aussi de déterminer la croissance individuelle des poissons, le gain moyen quotidien (GMQ) et donc la date de vidange.

Par exemple, dans un élevage d'*Oreochromis niloticus* mono sexe classique, on passe tous les mois avec une senne à mailles de 14 ou de 6 mm comme montré aux figures 5.9 et 5.10. De bons opérateurs récoltent 2/3 des poissons de l'étang. Seulement 1/3 des poissons leur échappent lors de cette pêche.

Les poissons sont alors déposés sur une table de triage comme montré aux figures 5.11, 5.12 et 5.13. On peut séparer par exemple :

- les mâles qui seront pesés puis rejetés ;
- les femelles qui sont consommées ;
- les alevins qui seront stockés ;
- les parasites (*Tilapia zillii*, etc.) qui sont consommés.



Légende : L = largeur de l'étang majorée de 20 % (ou plus),
 A = Hauteur maximale d'eau dans l'étang, au bord (ou plus),
 B = A + 50 cm.
 Les flotteurs sont espacés de 1 m et les plombs de 50 cm.
 Les mailles du filet ont 6 ou 14 mm.

Figure 5.9 : Senne de pêche de contrôle.

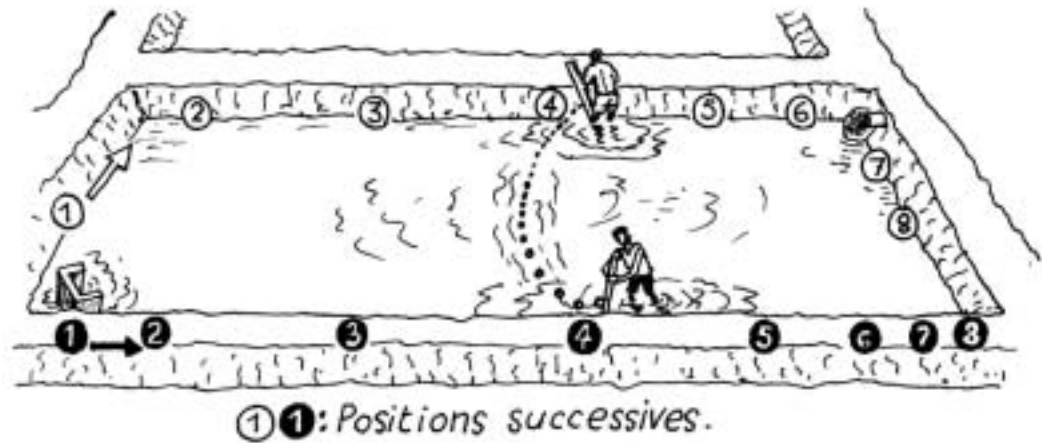
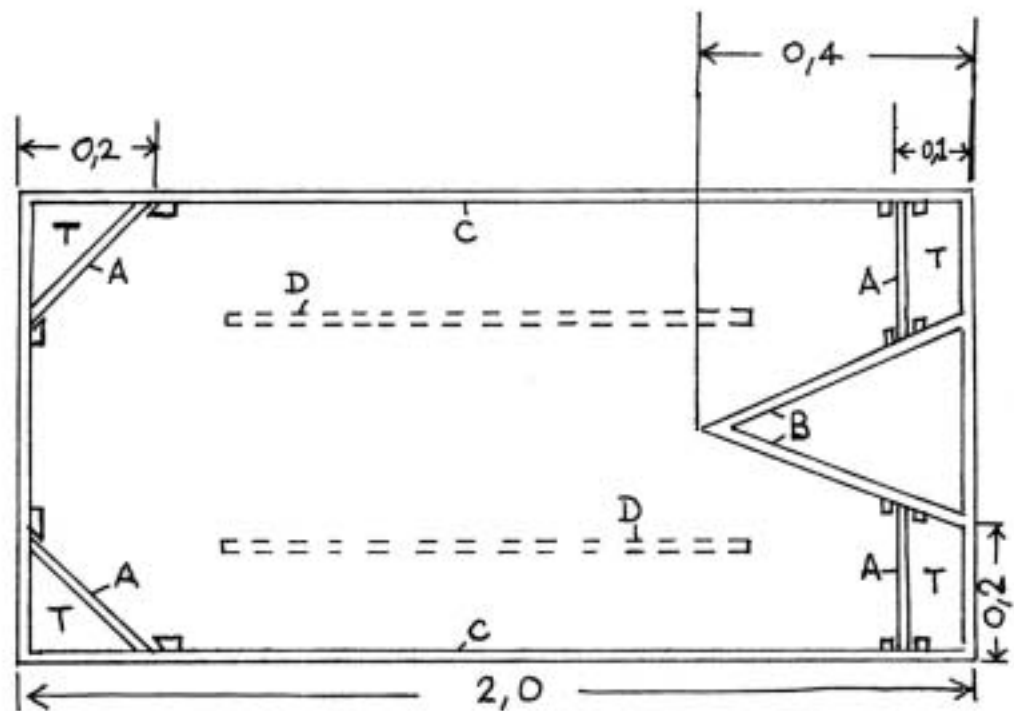
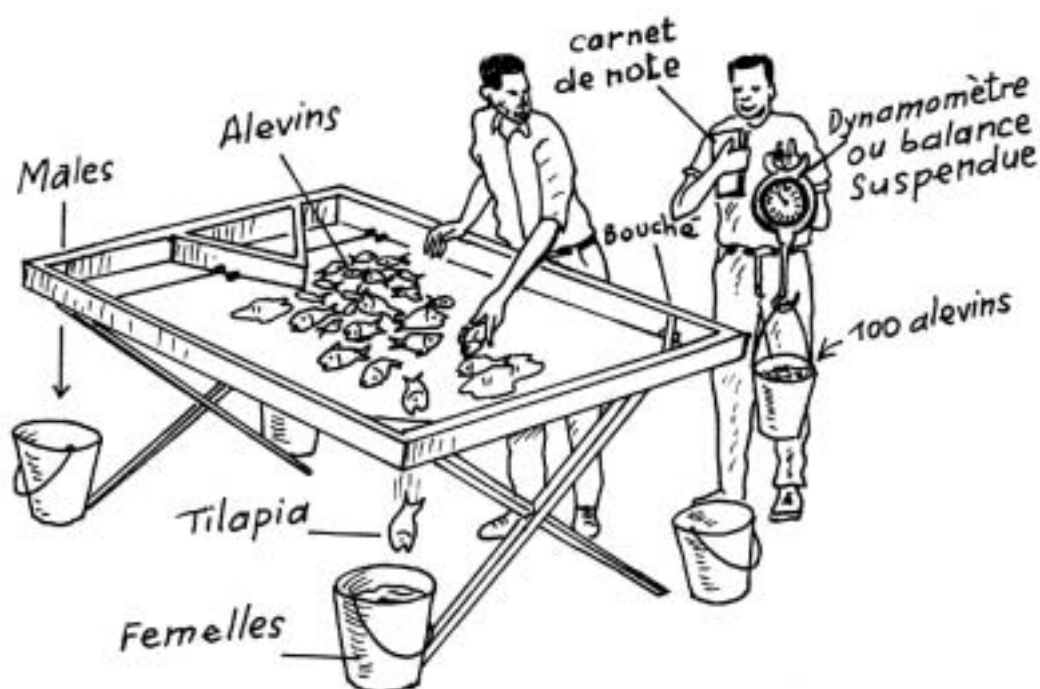


Figure 5.10 : Action du filet : étape 1 à 8 de chaque côté



Légende : T = trou,
A = planchettes que l'on peut enlever,
B = Planches déviatrices,
C = rebord de 8 à 10 cm,
D = Pieds de 1,0 m de haut, pliants, en X vus de profil, démontables.

Figure 5.11 : Table de triage de dimensions de 2,00 x 1,10 m environ.

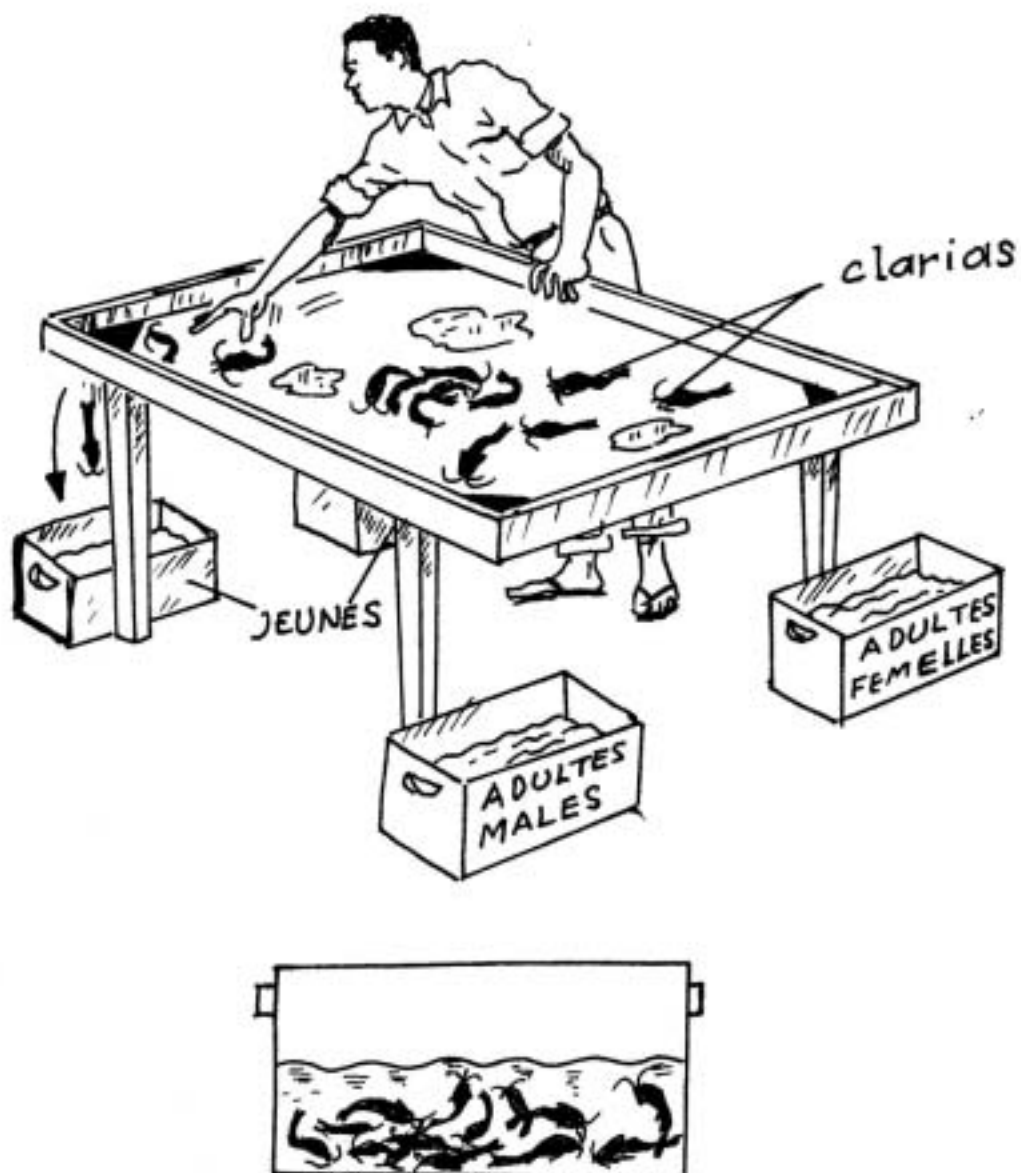


Légende : On sépare les femelles des mâles et des alevins qui sont pesés par groupes de 100 au dynamomètre ou à la balance suspendue et les résultats sont notés. La quatrième ouverture est bouchée. Les poissons tombent dans des seaux à moitié remplis d'eau.

Figure 5.12 : Tri des tilapias.

Pour peser les poissons (les mâles, surtout), la technique consiste à en déposer une grande quantité dans un sceau sans eau, par exemple 100 (ou 20 ou 50), que l'on pèse. Le poids du sceau divisé par 100 vaut le poids moyen individuel = P_{mi} . On peut compter le nombre total pour avoir une idée de ce que l'on a pêché. Pour ce faire, le plus simple est de peser (après avoir déterminé le P_{mi}) le poids total des poissons divisé par le P_{mi} = nombre de mâles.

Pour peser les alevins on opère par la même technique. En pesant les alevins, on a une idée du nombre pêché et avec l'habitude, on peut estimer le nombre de poissons ayant échappé au filet. On remplit alors la fiche d'étang recto et verso comme montré ci-dessous au tableaux 5.3 et 5.4



Légende : Les poissons sont séparés en 2 caisses de jeunes, une d'adultes mâles et une d'adultes femelles. On doit pouvoir fermer les caisses afin que les clarias ne sautent pas hors des caisses.

Figure 5.13 : Tri des Clarias.

Tableau 5.3 : Fiche d'étang, recto.

[illegible]

Voir le verso page suivante.

Tableau 5.4 : Fiche d'étang, verso.

Analyse des résultats	Kg / are / an					
	Croissance Journalière					
	QN					
	Poids net (kg)					
Alimentation	Kg / période					
	Kg / jour					
	Aliment					
Stock estimé	Nbre PT (kg)					
	Nbre					
Récolte	Obs.					
	PM (kg)					
	PT (kg)					
	Nbre					
Contrôles	PM (kg)					
	PT (kg)					
	Nbre					
Empoissonnements	PM (kg)					
	PT (kg)					
	Nbre					
	Cat.					
	Espèce					
	Durée					
	Date					

PT = Poids total, PM = Poids moyen, QN = Quotient nutritif

La pêche de contrôle peut se réaliser à l'épervier comme montré à la figure 5.14.

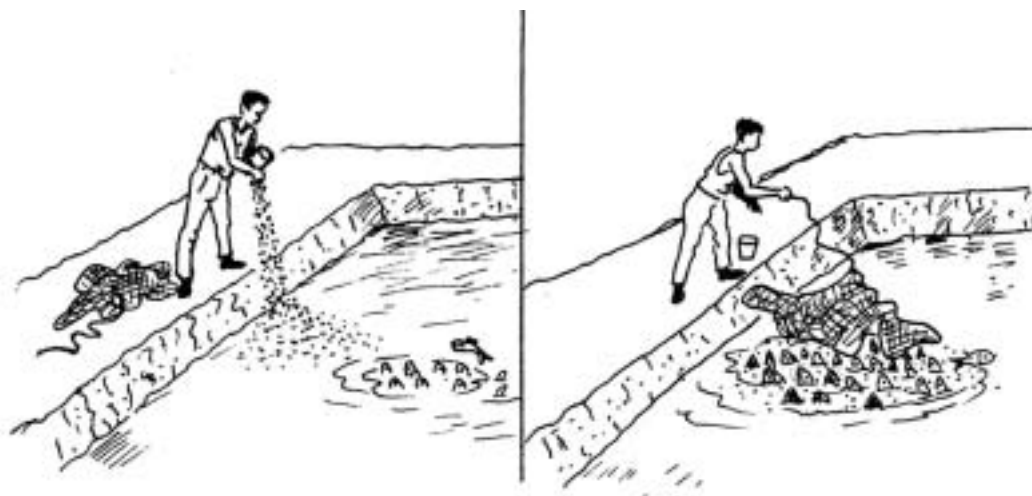


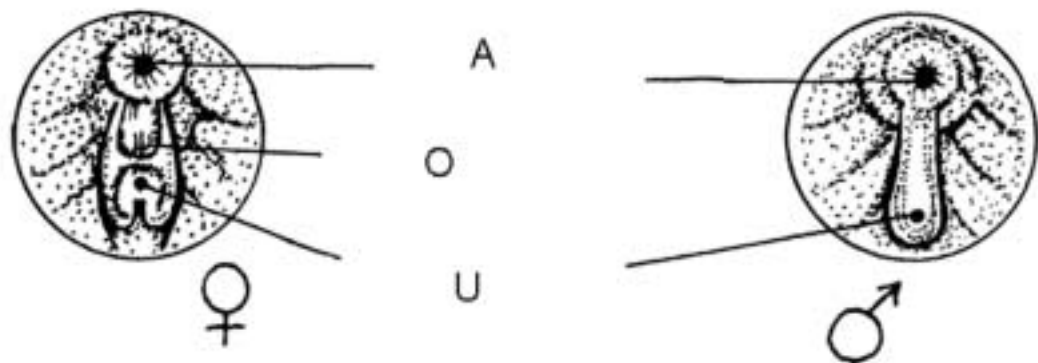
Figure 5.14 : Pêche de contrôle à l'épervier.

La pêche intermédiaire est une pêche où les poissons pêchés dans l'étang de reproduction (alevinage) sont soit les parents qui sont rejetés, soit les alevins qui sont comptés par 100 puis au poids et mis en charge dans un étang de pré grossissement jusqu'à concurrence de la quantité nécessaire, le surplus étant soit rejeté, soit stocké. Cette pêche est aussi utilisée en méthode mixte où l'on ne garde que les plus gros pour la vente.

5.5 Sexage

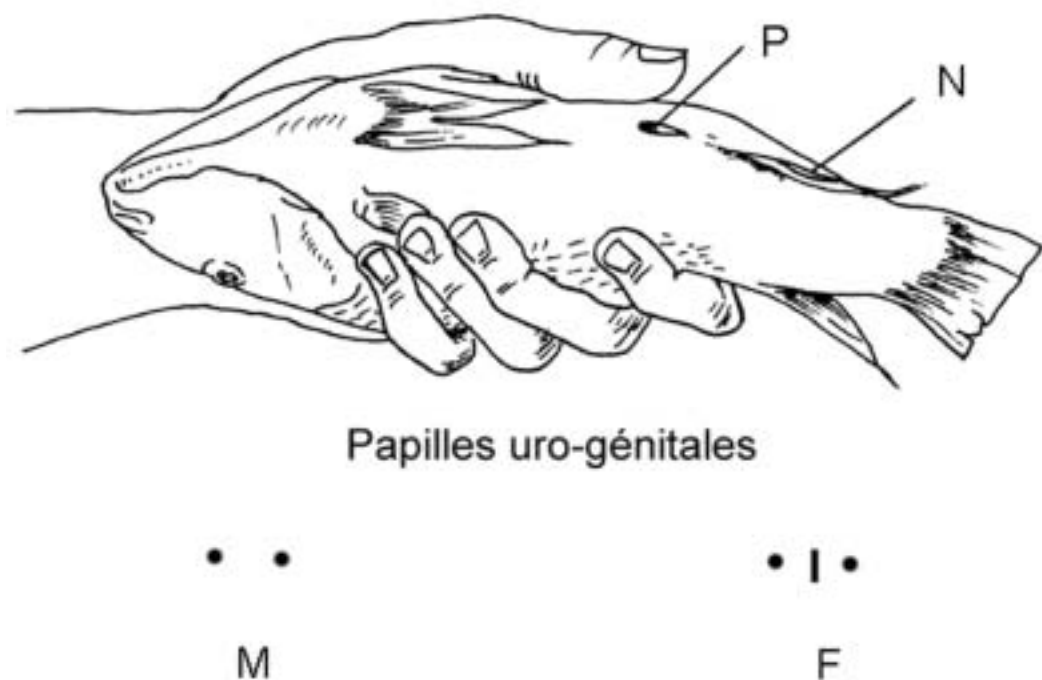
Dans l'élevage d'*Oreochromis niloticus*, il est fréquent que l'on sexe les poissons pour ne retenir que les mâles plus productifs. Le sexage parfait conduirait à ne plus avoir de reproduction. Cependant, il reste toujours quelques femelles (2 à 5%). Avant la mise en charge des étangs de grossissement, on doit parfois réaliser ce sexage, comme lors des pêches de contrôle.

Lors de la mise en charge, le problème est délicat car les poissons sont petits : 30, 40 ou 50 grammes. Lors des pêches de contrôle, les poissons sont plus gros et de plus, les femelles réalisant l'incubation buccale, ont une tête plus large facilement reconnaissable avec un peu d'habitude. Lorsque les poissons ont 30 grammes, il faut beaucoup d'habitude pour ne pas se tromper. On presse légèrement le ventre du poisson tenu à l'envers et lorsque l'on observe la petite fente du pore génital, c'est une femelle, comme montré aux figures 5.15 et 5.16.



Légende : A = anus, O = oviducte, U = urètre

Figure 5.15 : Orifices génitaux d'*Oreochromis niloticus*.



Légende : En haut : P = Papille uro-génitale et N = Nageoire anale.
En bas : papilles urogénitales mâles (M) et femelles (F).

Figure 5.16 : Sexage (identification du sexe).

Dans la pratique, en effet, tous ces orifices sont blanchâtres à rosâtre et seule une petite fente entre 2 points (anus et urètre) indique la femelle (pour qui sait y voir). Pour rendre l'observation plus aisée (en débutant, par exemple) on peut mettre son doigt sur un encreur de tampon et le passer doucement sur la papille urogénitale. Normalement, un peu d'encre reste sur l'oviducte et le rend plus

visible. Le mieux est de commencer avec des poids de 50 g pour arriver après un certain temps aux individus de 30 g. Il faut signaler que sans prédateur, l'erreur doit être minimisée mais dans certaines méthodes (reproduction, alevinage et grossissement dans un seul bassin), une erreur est indispensable ou alors, on rejette un certain pourcentage de femelles sciemment.

5.6 Transport des alevins



Figure 5.17 : Transport d'alevins

On peut transporter des alevins de 2 mois. Après avoir sorti les alevins de l'étang, on les laisse dans une cage ou un trou d'eau où l'eau circule beaucoup. On arrête l'alimentation et ceci pendant 2 à 3 jours. Ensuite on peut mettre les alevins dans un récipient large en bas et aéré comme montré à la figure 5.17. En voiture, on isole le récipient du plancher de la voiture. En vélo, on s'arrête de temps en temps pour pomper de l'air avec la pompe à vélo. En voiture on peut utiliser un compresseur d'air qui se branche sur l'allume cigare (qui sert à gonfler les pneus), ceci toutes les demi-heures. On peut mettre 100 alevins/10 litres. On essaye d'éviter les heures chaudes. Si on passe près d'un puits, on change la moitié de l'eau. Quand on arrive à l'étang, on dépose les alevins dans leur nouvel étang délicatement, sans qu'ils reçoivent un choc de température comme montré à la figure 5.18.

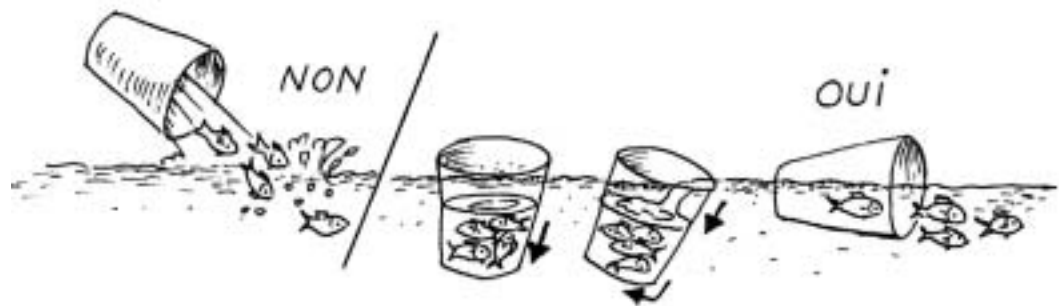


Figure 5.18 : Technique de remise des alevins dans l'étang.

5.7 Transport en sacs de polyéthylène

Ce moyen de transport des alevins est indiqué aux figures 5.19, 5.20 et 5.21.

5.7.1 Matériel

- Sacs plastiques (chlorure de vinyle) :
 - o épaisseur : 1/10 mm ;
 - o longueur : 0,80 à 1 m ;
 - o largeur : 0,40 à 0,60 m.
- Caissettes ou cartons adaptés aux dimensions des sacs.

5.7.2 Mode opératoire

- Les poissons doivent jeûner trois jours au moins avant le transport, en séjournant dans une eau aussi pure que possible.
- Remplir le sac avec quelques litres d'eau pure sans produit chimique. Utiliser l'eau du robinet que l'on aura laissé reposer au moins 4 jours dans un récipient afin de permettre au chlore et aux gaz nocifs de s'évaporer.
- Mettre les poissons dans le sac en nombre variable suivant la taille et la durée du transport. A titre indicatif, 30 à 40 alevins de tilapias ou de carpes, dans 2 litres d'eau et 5 litres d'oxygène, supportent un transport d'une durée de 24 heures. Pour les *Lates*, réduire le nombre à 10 alevins.
- Si on prévoit une durée de plus de six heures, effectuer le transport sous atmosphère d'oxygène. Pour cela, presser sur la partie supérieure souple du sac pour en faire sortir la totalité de l'air après y avoir introduit un tube relié à une bouteille d'oxygène et dont l'autre extrémité plongera dans l'eau au fond du sac. Ouvrir alors la bouteille et l'oxygène s'accumule dans la partie supérieure du sac au-dessus de l'eau, à la pression atmosphérique. Le sac est alors rempli pour 3/4 d'oxygène et 1/4 environ d'eau et de poissons. On peut

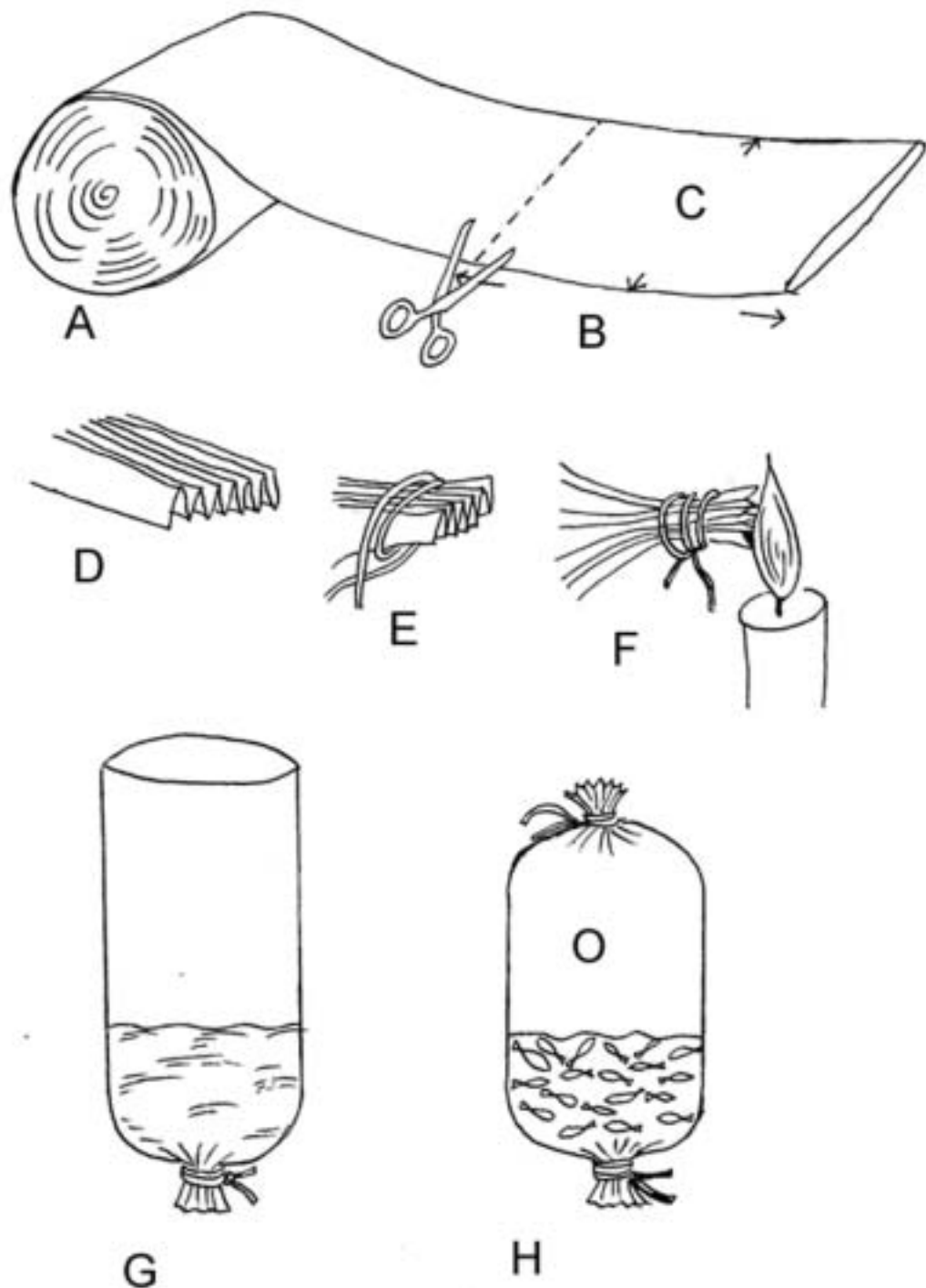
trouver facilement des bouteilles d'oxygène dans un garage ou un hôpital ou dans le commerce.

- Fermer par des torsades la partie supérieure du sac puis replier vers le bas et maintenir la fermeture avec de solides bracelets de caoutchouc. Placer le sac à l'intérieur d'un autre sac que l'on ferme de la même façon pour éviter les risques dus à un manque d'étanchéité. Le sac ainsi protégé se place à l'intérieur d'un récipient isotherme approprié : caissette doublée de liège ou de polystyrène. Pour des transports de courte durée ou dans un véhicule léger, un simple carton revêtu de vieux journaux ou bourré de sciure est suffisant. En aucun cas, il ne faut utiliser la paille de céréale qui risque de perforer les sacs en plastique.

5.7.3 Recommandations

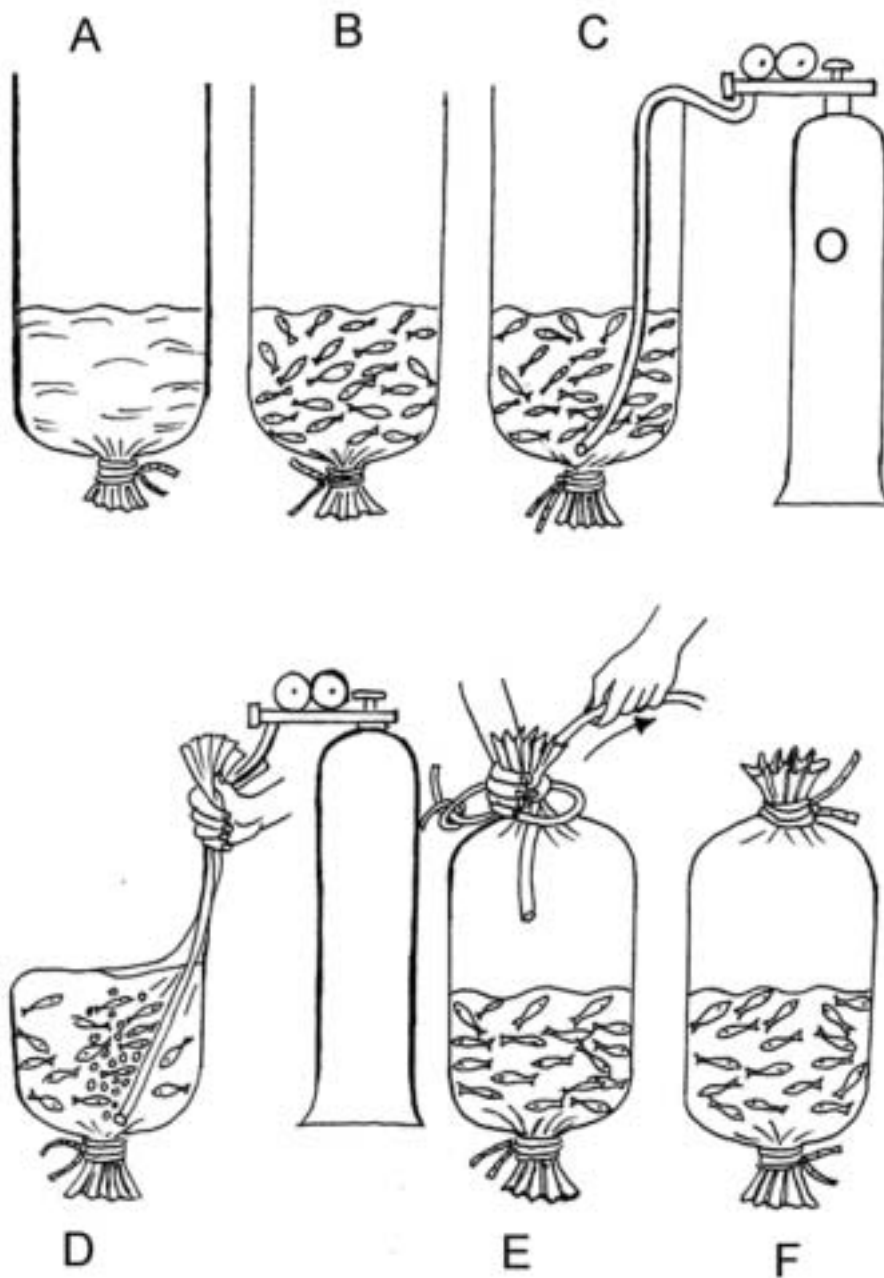
a) Pour transporter des poissons adultes, il convient de les anesthésier pour éviter qu'ils ne se battent et s'entretuent. L'anesthésique peut être le carbamate d'éthyle à la dose de 1,3 g /l, ou encore un tranquillisant SANDOZ MS 222 à la dose de 1/25 000. Il est toujours souhaitable de faire des essais préalables pour vérifier les doses utilisées qui peuvent varier avec la qualité de l'eau et les espèces de poissons.

b) Effectuer les transports à base température pour réduire le métabolisme des poissons et, par conséquent, la consommation en oxygène. Employer des cubes de glace pour diminuer la température si nécessaire. Une température de 18 à 20° est satisfaisante pour la plupart des espèces tropicales transportées.



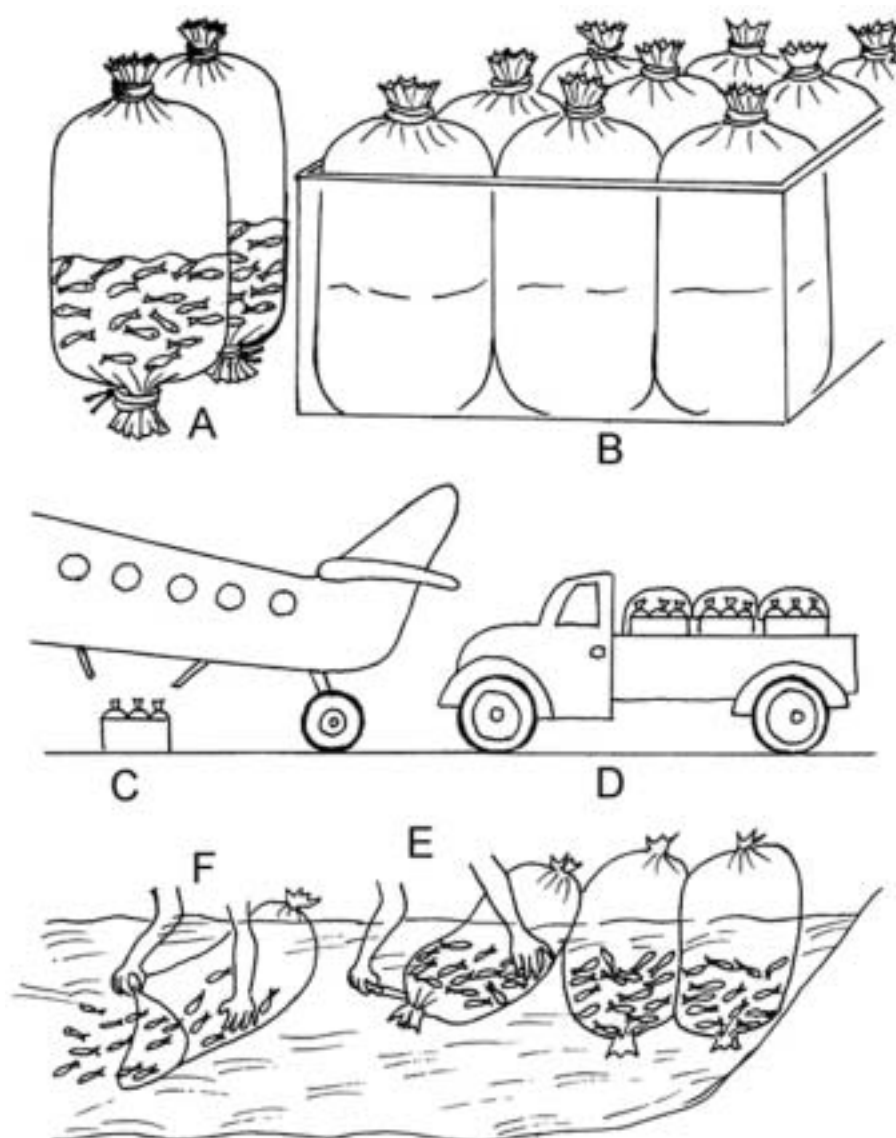
Légende : A = Découper une feuille de plastique, B = 80 - 90 cm,
C = 55 - 60 cm, D = Plier, E = Lier, F = Faire fondre et souder les extrémités,
G = Emballage plastique rempli d'eau, H = Conditionnement des alevins
pour le transport, O = Oxygène.

Figure 5.19 : Confection d'emballages de plastique pour le transport des alevins.



Légende : A = 5 - 6 litres d'eau pure, B = Mettre le nombre recommandé de poissons, C = Maintenir au fond le tuyau d'oxygène, O = Oxygène, D = Expurger l'air et insuffler l'oxygène au fond du sac, E = Insuffler suffisamment d'oxygène pour gonfler le sac qu'on nouera d'un nœud serré, F = Sac prêt à voyager.

Figure 5.20 : Emballage des jeunes poissons en sacs de plastique et conditionnement à l'oxygène.



Légende : A = Jeunes poissons voyageant dans une eau saturée d'oxygène, B = Sacs serrés dans une caisse ou un carton, C = Par avion, D = Par camion, E = Egaliser la température avant de sortir les poissons, F = Lâcher les poissons dans le bassin.

Figure 5.21 : Transport des jeunes poissons en sacs de plastique.

5.7.4 Aliments

5.7.4.1 Aliments simples

Pour la production de *Fingerlings*, deux sous-produits, disponibles en grandes quantités sur le continent africain, ont été testés sur la Station de recherche de Bouaké en Côte d'Ivoire. Le son de riz (10 % H₂O) est distribué à raison de 2 kg /jour en début d'élevage et 7 kg /jour en fin d'élevage (1 distribution /jour dans 2 cadres flottants). La drêche de brasserie (70 % H₂O) est distribuée à raison de 4 kg /jour en début d'élevage et 14 kg /jour en fin d'élevage (1 distribution /jour).

Les résultats sont exposés ci-dessous. Avec ces 2 aliments, les rendements obtenus sont de 7 t /ha /an et les poissons passent d'un poids moyen de 5 g à une trentaine de grammes en 35 jours, à une densité de 3 /m² avec un QN de 5 pour le son de riz et de 10 pour la drèche. Lorsqu'on double la densité de mise en charge (avec alimentation au son de riz), la croissance journalière se trouve diminuée de moitié et le QN doublé comme montré au tableau 5.5.

Tableau 5.5 : Production de *Fingerlings* d'*Oreochromis niloticus* en étangs de 4 ares

Aliment	Son de riz	Son de riz	Drèche de brasserie
	Faible densité	Forte densité	
Durée d'élevage (j)	35	35	35
Densité (poissons/m2)	3,25	6,5	3,25
Poids moyen initial (g)	5,2	4,7	4,8
Poids moyen final (g)	29	15,2	36,6
Taux de survie (%)	92	91	70
Croissance journalière individuelle (g /j)	0,7	0,3	0,9
Rendement (t /ha /an)	7,2	6,3	7,0
QN (quotient nutritif)	4,7	9,7	9,8

6. Méthodes de pisciculture

6.1 Introduction

Avec les chapitres précédents, nous avons étudié comment construire un étang, le manipuler et nous connaissons les poissons du point de vue systématique, anatomique et éthologique. Nous pouvons dès lors aborder les différentes méthodes de pisciculture. L'espèce la plus intéressante est le Tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus* (Tn). Nous verrons différentes méthodes d'élevage en insistant sur la méthode la plus adaptée à l'Afrique de l'Ouest : TnM+3A. Elle consiste à élever des *Oreochromis niloticus* mâles (TnM) avec aliment 3A (+3A). Ensuite, nous verrons comment utiliser les prédateurs. Enfin, nous étudierons les élevages plus particuliers du clarias et du mâchoiron.

6.2 Elevage de tilapias

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour l'élevage des tilapias ; on utilisera l'une ou l'autre en fonction du nombre de bassins, de la destination des produits et de la technicité du personnel chargé de la conduite de la pisciculture.

6.2.1 Méthode mixte

C'est la méthode la plus simple : elle consiste à élever dans un seul bassin des poissons de tous âges et de tous sexes en même temps. Si cette méthode permet d'obtenir une forte production, c'est au détriment de la taille des poissons. En effet, à cause de la reproduction constante des tilapias, la densité devient rapidement trop forte et une certaine proportion des sujets reste de petite taille. On améliore cet aspect négatif de la méthode mixte par l'association de prédateurs, méthode décrite au paragraphe 6.2.6.

La méthode mixte est réservée à une reproduction pour auto consommation, plutôt qu'à une commercialisation. Selon la richesse naturelle de l'étang et les possibilités d'alimentation artificielle, la mise en charge sera de 100 à 500 kg de poissons de toutes tailles pour un hectare soit 4 à 20 kg / 4 ares. Rappelons que 4 ares est la taille habituelle d'un étang de pisciculture en Côte d'Ivoire. Au bout de 3 à 4 mois, le poids total du peuplement atteint la capacité biogénétique de l'étang et il est nécessaire de procéder à des pêches partielles appelées pêches intermédiaires. Elles se font à l'araignée, à la senne de rivage ou à l'épervier, selon la taille de l'étang ; si possible, les filets auront des mailles de 50 ou de 60 mm afin de n'attraper que les gros sujets.

On pourra vider l'étang après 8 à 12 mois d'élevage et tous les poissons seront récoltés. Il faudra disposer non loin de la vidange de moyens de stockage des poissons destinés à la mise en charge suivante. Ne pas oublier que plus le stockage doit être long et moins on peut entreposer de poissons par m² puisqu'ils doivent rester vivants et en bonne santé. Cette méthode est à déconseiller car elle n'encourage pas le pisciculteur du fait de la petite taille des poissons produits.

6.2.2 Méthode équiennne

Cette méthode consiste à produire, puis à élever ensemble des alevins ayant sensiblement le même âge. Comme dans la méthode mixte, la densité de la mise en charge dépend de la productivité naturelle de l'étang et de la nourriture artificielle disponible. Il est en effet déconseillé de forcer la mise en charge si la nourriture ne peut pas être distribuée régulièrement et en quantité suffisante pendant toute la durée de l'élevage. Il est évidemment préférable, dans le cas où la nourriture est insuffisante, d'élever un nombre restreint de poissons qui arriveront à grandir plutôt qu'un grand nombre de petits poissons invendables.

6.2.3 Méthode par classes d'âge séparées

Cette méthode consiste à diviser l'élevage équiennne en 3 étapes :

1. Reproduction + alevinage : 0 à 5 g environ (alevins).
2. Pré grossissement : 5 à 30 g environ (juvéniles ou *fingerlings*).
3. Grossissement : 30 à 250 g environ (adultes).

Elle est basée sur le fait que les 3 étapes sont des stades différents du poisson et qu'ils s'alimentent différemment. D'autre part, si on peut intensifier les deux premières étapes, on peut diminuer leur durée et améliorer la rentabilité de l'élevage. Cette méthode n'est pas toujours utilisée en milieu rural lorsque le suivi est moins régulier ou que le pisciculteur ne désire pas avoir d'étangs *improductifs* comme ceux des premières étapes. Il faut alors craindre de sélectionner, lors des pêches de contrôle ou intermédiaires, des alevins d'une taille précise mais d'un âge inconnu. Un juvénile de faible croissance et âgé aura la même taille qu'un autre à croissance rapide et jeune, ce qui risque de compromettre la productivité de l'étang nouvellement mis en charge. Il ne s'agit pas de la méthode mixte car la mise en charge se fait avec des juvéniles de même taille et souvent sexés avec un pourcentage d'erreur connu et voulu. Il s'agit d'une méthode équiennne par classe d'âges mélangés, méthode très controversée et moins

intensive que par classe d'âges séparés mais cependant parfois utilisée en pratique.

6.2.4 Méthode mono sexe

Toujours dans le but de supprimer les conséquences de la reproduction excessive des tilapias, on a pensé à trier les mâles et les femelles, pour n'élever que les mâles dont la croissance est plus rapide. Les femelles, avec les petits en bouche, ne peuvent s'alimenter correctement. Ce tri demande un personnel qualifié car les différences externes sont peu apparentes, surtout sur des juvéniles qui ne mesurent que quelques centimètres de long. Après un entraînement de quelques mois, les erreurs ne dépassent plus 2 à 5%. Il y aura donc, malgré tout, une reproduction dans les étangs, mais suffisamment réduite que pour ne pas être un handicap sérieux. Ce tri s'appelle le sexage, vu précédemment au paragraphe 5.5.

6.2.5 Méthode TnM + 3A

6.2.5.1 Généralités

Il s'agit de la méthode d'élevage d'*Oreochromis niloticus* mâle en 3 phases avec de l'aliment 3A. Nous recommandons cette méthode pour plusieurs raisons :

- C'est la méthode choisie par la recherche et les pisciculteurs ivoiriens après 10 ans d'études et de pratique en milieu rural.
- Cette méthode permet de produire des poissons de taille commercialisable : 250 g et plus.
- Cette méthode convient bien pour des petits exploitants faisant de la pisciculture un métier et une passion qui soit rentable. Les exploitants sont souvent fiers de s'appeler et de se faire appeler *Pisciculteur*. Cette méthode rompt avec le mythe de la pisciculture familiale n'intéressant, au vu de l'expérience, que très peu de gens (très motivés) du fait que les poissons produits ne se vendent pas cher. Ces gens très motivés, d'ailleurs, deviennent rapidement des pisciculteurs modèles lorsqu'ils utilisent les méthodes modernes.
- C'est la méthode la plus productive dans une optique semi intensive ou intensive.

Cette méthode se divise en 3 phases :

- Production d'alevins (5 g).
- Production de juvéniles (environ 30 g).
- Production de poissons marchands (environ 250 g).

6.2.5.2 Production d'alevins

On les produit dans des étangs de reproductions (R) et d'alevinage. On y produit des alevins jusqu'à un poids de 5 g environ. L'étang est rempli jusqu'à atteindre 1,00 à 1,20 m au niveau du moine. C'est en eau peu profonde (10 à 25 cm) que l'*Oreochromis niloticus* fait son nid. L'entrée d'eau doit être soigneusement protégée des parasites (filtre à mailles inférieures à 5 mm).

a) Mise en charge

La densité doit être de 0,2 poissons /m², on peut aller jusqu'à 0,7 poissons /m² soit de 20 à 70 mâles et 60 à 210 femelles. Le sex-ratio ou rapport entre les sexes mâles/femelles doit être absolument de 1/3, soit un mâle pour 3 femelles.

b) Pêches intermédiaires

On pêche les alevins et on rejette les parents, à la senne à mailles de 6 mm. La première pêche vient après 15 jours et ensuite on réalise une pêche intermédiaire par mois. Le poids des alevins est en général de 1 à 5 g, autour de 3 g et très homogène. La productivité attendue est de 150 à 250 alevins / m² par cycle soit autour de 80.000 alevins / 4 ares /cycle.

On peut utiliser des petits géniteurs mais les meilleurs résultats sont obtenus avec des mâles de 150 à 300 g et des femelles de 100 à 250 g. La durée de l'élevage est de 5 à 6 mois. Les géniteurs sont alors réformés.

Le rendement attendu est de 4 à 7 tonnes /ha /an. On nourrit avec 3 % de la biomasse des poissons comme ration journalière en un maximum de prises (nourrissage plusieurs fois par jour), soit 0,5 kg /étang /jour, par exemple.

Une variante plus extensive consiste à ne réaliser qu'une pêche finale. La mise en charge est de 20 mâles et 60 femelles / 4 ares, la durée 5 à 6 mois, pouvant donner 30.000 alevins / 4 ares /cycle de taille hétérogène (1 à 30 grammes). Le rendement attendu est de 1,5 à 2,5 tonnes /ha /an. On déconseille cette variante non professionnelle car elle produit moins de poissons de taille plus hétérogène.

6.2.5.3 Production de juvéniles

Les juvéniles sont les *fingerlings* des anglophones. On les élève en étang de pré grossissement (P). Les alevins ont été comptés, pesés et passent ensuite dans l'étang de pré grossissement, pour obtenir la taille du sexage, soit de 20 à 50 grammes. Le niveau d'eau sera maximum dans l'étang, soit 1,5 à 2 m au niveau du moine. Le niveau d'eau sera maximum dans l'étang, soit de 1,5 à 2 m au niveau du moine. La mise en charge est de 20 alevins/m², soit 8.000 alevins / 4 ares. On peut réaliser une pêche de contrôle de la croissance tous les mois. La durée de production est de 2 à 3 mois (2 mois avec un aliment dosant 40 % de protéines). La production attendue est de 10 à 40 tonnes /ha /an, par exemple, 30 t /ha /an avec un aliment 3A à QN = 2 soit environ 2.000 à 3.000 juvéniles /étang /cycle. On compte sur un taux de survie de 75 à 90%.

Tableau 6.1 : Alimentation des alevins selon la biomasse d'alevins et les catégorie de poids moyen individuels des alevins.

Poids vif des alevins	0-5 g	5-10 g	10-20 g
Ration alimentaire en % du poids vif des alevins	15%	10%	7%

Prenons l'exemple d'une durée de 90-95 jours. Les données sont consignées dans le tableau 6.2.

Tableau 6.2 : Poids moyen individuel et rations à donner à des alevins pour une durée d'élevage de 90 - 95 jours.

	Après 0,5 mois	Après 1 mois	Après 2 mois	Après 3 mois	Total général d'aliments consommés sur le cycle
Poids moyen individuel en g (au début de la période)	3	5	10	20 *	
Ration /4 ares /j en kg	1	1,5	2,5	4	
Total des rations en kg /cycle	15	24	75	124	238 Kg

(*) : Au moment de la pêche, les alevins (juvéniles) auront 40 g

6.2.5.4 Production de poissons marchands

Les poissons marchands sont produits dans des étangs de grossissement (G). Ils vont faire passer les juvéniles de 30 à 250 grammes environ. Les juvéniles seront sexés avant la mise en charge. On n'élève que les mâles. Le niveau d'eau de l'étang est maximum. La mise en charge est de 2,2 poissons /m² soit

880 mâles / 4 ares. On peut aller jusqu'à 2.000 mâles / 4 ares, tout en sachant que l'alimentation doit suivre mais que la croissance en poids sera moins bonne. On réalise une pêche de contrôle de la croissance, du sexage (éliminer les femelles) et de la reproduction (éliminer les alevins) tous les mois, à la senne à mailles de 6 ou 14 mm. La durée du cycle varie avec la qualité de l'alimentation, de 4 à 8 mois. La production attendue est de 5 à 16 tonnes /ha /an avec un taux de survie élevé, de 75 à 95%. La ration alimentaire est proportionnelle au poids moyen individuel des poissons (Pmi) et de la biomasse (Poids vif) comme l'indique le tableau 6.3.

Tableau 6.3 : Ration alimentaire journalière en % de la biomasse des poissons en fonction du poids moyen individuel des poissons

Poids moyens individuels en g	Ration alimentaire journalière en % de la biomasse des poissons
10-20	6,6
21-40	6
41-60	4,2
61-80	3,3
81-110	2,8
111-140	2,4
141-170	2,1
171-200	1,9
201-230	1,8
231-260	1,7
261-290	1,6

Ce qui nous donne concrètement en moyenne comme ration journalière avec 880 poissons dans l'étang de 4 ares les données du tableau 6.4.

Tableau 6.4 : Rations pour le grossissement d'*Oreochromis niloticus* en étangs de 4 ares, méthode TnM +3A

Pmi en g des poissons	10 - 19	20 - 39	40 - 59	60 - 79	80 - 109	110 - 139	140 - 169	170 - 199	200 - 229	230 - 259	260 - 289
Ration / 4 ares, en Kg	0,9	1,6	1,9	2,0	2,35	2,65	2,9	3,1	3,4	3,7	3,9
Arrondi en kg	1	1,5	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4,0

De ce fait, pour résumer le principe dans de bonnes conditions, nous devons nourrir les poissons avec les données du tableau 6.5.

Tableau 6.5 : Ration en kg / j d'aliment 3A à donner aux *Oreochromis niloticus* en étangs de grossissement selon la méthode TnM + 3A dans de bonnes conditions.

Mois	1	2	3	4	5	6	7
Pmi début	40	61	86	116	151	187	226
Ration en kg /jour	2	2	2,5	2,5	3	3,5	3,5
Total cycle							580 kg

Pour la vulgarisation, on conseille pour la même méthode et dans de bonnes conditions les données du tableau 6.6.

Tableau 6.6 : Ration journalière en kg d'aliment 3A à donner aux *Oreochromis niloticus* en étangs de grossissement selon la méthode TnM + 3A dans de bonnes conditions.

Mois	1 et 2	3 et 4	5 et 6
Ration journalière en kg de 3A	2	3	4

Tableau 6.7 : Synthèse de la méthode équienne par classes d'âge, TnM, aliment 3A dans de bonnes conditions en étangs de 4 ares.

Etangs de 4 ares	Reproduction alevi- nage (R)	Pré grossisse- ment (P)	Grossissement si possible avec compostière (G)
Taille et sexe	0 à 5 g pour les alevins, 150 - 300 g pour les mâ- les et 100 - 250 g pour les femelles (réformés en fin de cycle)	5 à 30 g (1 à 5 g au départ, 20 à 50 à l'arrivée), mâles et femelles	30 à 250 g (20 à 50 au départ), mâles
Niveau d'eau au niveau du moine	1,00 à 1,20 m + filtre à l'entrée	maximum	maximum
Mise en charge pour 4 ares	20 mâles et 60 femelles, jusqu'à 70 - 210 femelles	8.000 alevins	880 mâles
Pêches intermé- diaires	1 ^{er} après 15 j puis 1 tous les mois	Pêches de contrôle	Pêches de contrôle
Durée	5 - 6 mois	2 - 3 mois	4 à 8 mois
Production atten- due	Autour de 80.000 alevins /4 ares /cycle 4 à 7 tonnes /ha /an	2 à 3.000 juvénile /étang /cycle 10 à 40 tonnes/ ha/ an	800 poissons de 250 g, 5 à 10 ton- nes/ ha/ an
Taux de survie	-	75 à 90 %	75 - 95%

Tableau 6.8 : Alimentation lors la méthode équienne par classes d'âge, TnM, aliment 3A dans de bonnes conditions en étangs de 4 ares.

R	P		G	
3% de la bio- masse soit 1/2 kg /étang /jour	en 2, 3 ou 4 prises		10 à 20 g	1 kg
	0 à 5 g	15%	21 à 40 g	1,5 kg
	5 à 10 g	10%	41 à 80 g	2 kg
	10 à 20 g	7%	81 à 140 g	2,5 kg
			141 à 200 g	3 kg
			201 à 260 g	3,5 kg
			261 g et plus	4 kg

6.2.5.5 Comparaison de plusieurs méthodes

Comparons plusieurs méthodes semi intensives ou extensives par rapport à la méthode TnM + 3A, étangs de grossissements de 4 ares avec compostière. Ceci nous donne le tableau 6.9.

Tableau 6.9 : Comparaison de différentes méthodes : *Oreochromis niloticus* mâles avec aliment 3A, *Oreochromis niloticus* mâles et femelles sans aliment, *Oreochromis niloticus* mâles et femelles avec comme aliment du son de riz, *Oreochromis niloticus* mâles et femelles avec comme aliment du 3A, *Oreochromis niloticus* mâles et femelles avec des Clarias et de l'aliment 3A, dans de bonnes conditions et en étangs de 4 ares.

Méthode	TnM + 3A		TnM/F + rien	TnM/F + son de riz		TnM/F + 3A		TnM/F + Clarias + 3A	
Poids en g	de 40 à 270		de 10 à 150	de 10 à 180		de 10 à 200		Tn 10 à 170	Clarias 3 à 400
Mise en charge	880 Tn		880 Tn lorsque l'eau est verte	880 Tn lorsque l'eau est verte		880 Tn		880 Tn + 440 Clarias de 3 à 5 g	
Rendements en T /ha /an	10		4	6		6,6		6,4 t de Tn 7,5 t de Clarias	
Pêche de contrôle	Enlever alevins et femelles		Enlever alevins	Enlever alevins		Enlever alevins		Enlever alevins	
Durée en mois	7		10	8		8		7	
Alimentation	Pmi en g début	Ration en kg		Pmi en g	Ration en kg	Pmi en g	Ration en kg	Pmi en g	Ration en kg
Mois 1	40	2		10	1	10	1	10	2
Mois 2	61	2		16	1,5	20	1,5	20	2
Mois 3	86	2,5		25	2,5	38	1,5	38	2,5
Mois 4	116	2,5		38	4	59	2	59	2,5
Mois 5	151	3		80	5,5	82	2	82	3
Mois 6	187	3,5		90	5,5	109	2	109	3,5
Mois 7	226	3,5		120	5,5	139	2	139	3,5
Mois 8				150	5,5	171	2,5		
Total cycle en Kg		580			950		450		1.000

Les Pmi = poids moyen individuel en gramme en début de période.
La Ration = quantité d'aliment par jour par étang de 4 ares.

On constate de grandes différences entre méthodes, consommant de zéro à 1.000 kg d'aliments et produisant de 4 à 13,9 t de poissons en 7 à 10 mois. Chacun choisira la méthode qui correspond le mieux à son environnement et à ses possibilités.

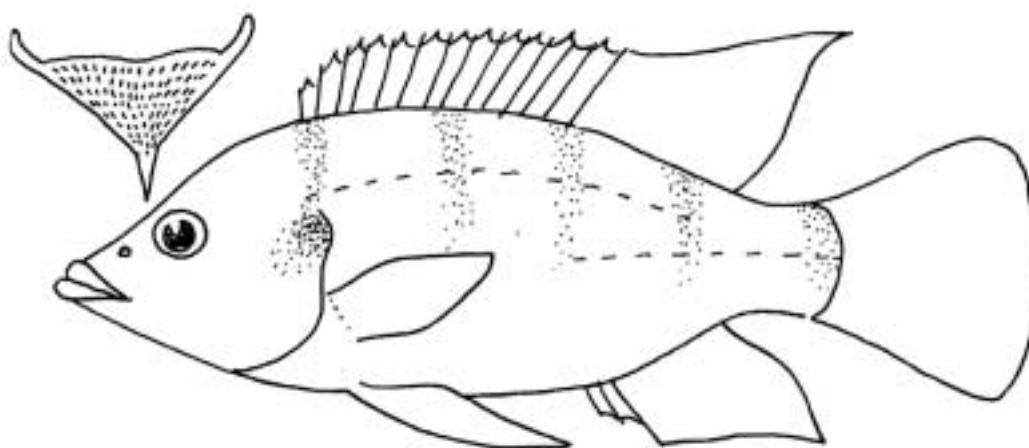
6.2.6 Méthode des prédateurs

6.2.6.1 Généralités

Lors de la méthode mixte, ou à cause des erreurs de sexage, la reproduction des tilapias peut rapidement devenir gênante. La méthode du contrôle de la reproduction par des prédateurs qui mangent les alevins reste une des solutions les plus pratique. On introduit le prédateur en général un mois après les juvéniles de tilapias. Le prédateur ne doit pas pouvoir manger les juvéniles mais seulement les alevins. La taille de sa bouche et donc de son corps doit rester dans certaines limites. Plusieurs espèces sont utilisables : voir ci-dessous.

6.2.6.2 Hemichromis

Il s'agit d'*Hemichromis fasciatus* (Cichlidés), la carpe à flanc rouge ou hémichromis vorace comme montré à la figure ci-dessous.



Légende : en haut : pharyngien inférieur

Figure 6.2 : *Hemichromis fasciatus*

C'est un petit poisson carnivore très vorace. C'est un excellent prédateur, dès que son poids dépasse 10 g. Il faut au moins 5% d'hémichromis par rapport au nombre de tilapias. C'est un carnivore vorace à tendance ichtyophage. Il est très résistant et se reproduit facilement et beaucoup. Son inconvénient réside dans sa petite taille de telle sorte qu'il ne participe pas aux bénéfices de la vente lors de la vidange. Sa croissance est lente. On le trouve facilement en Afrique de l'Ouest. Il supporte une salinité de 40 pour mille (¹²).

¹² L'eau de mer est à 35 pour mille

6.2.6.3 Clarias

Il s'agit du *Clarias gariepinus* (Clariidés) : le poisson chat d'eau douce ou Clarias comme montré à la figure 4.2. C'est une espèce omnivore à tendance ichthyophage. C'est un prédateur moyen car il ne dévore pas tous les alevins sauf si son poids à la mise en charge dépasse 150 g. On l'introduit au taux de 20 à 30 % du nombre de tilapias. Grâce à sa croissance très rapide, il participe aux bénéfices lors de la vidange. On en trouve facilement en Afrique de l'Ouest. Il peut être remplacé par le *Parachanna obscura*, montré à la figure 6.3.

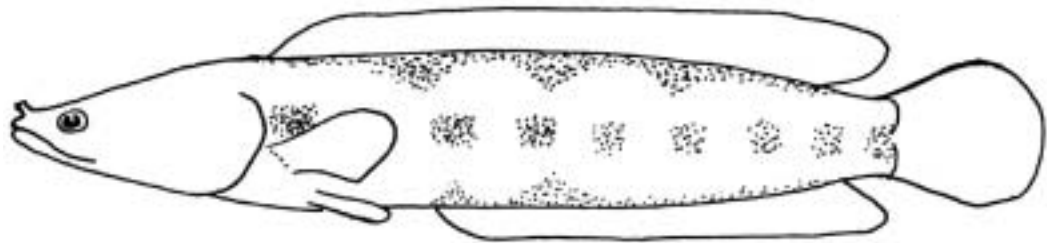


Figure 6.3 : *Parachanna obscura*

6.2.6.4 Perche du Nil

Il s'agit du *Lates niloticus* (Centropomidés) : la perche du Nil ou capitaine de rivière montré à la figure 4.3. C'est un poisson ichthyophage et un très bon prédateur. Il est cependant fragile et demande de l'espace et un bon taux d'oxygène. On l'introduit à 1 % du nombre de tilapias pour des tilapias de +/- 35 g ou à 3 % du nombre de tilapias pour des tilapias de plus de 80 g. Si on augmente ce pourcentage, il risque d'attaquer les sujets en élevage. Sa croissance très rapide permet d'augmenter les bénéfices lors de la vidange.

6.2.6.5 Heterotis

Il s'agit de l'*Heterotis niloticus* (Osteoglossidés) : l'Hétérotis montré à la figure 4.4. Il ne s'agit pas à proprement parler d'un prédateur mais d'un accompagnateur, du fait de sa nutrition microphage acceptant l'aliment. Il peut se reproduire en étang si l'on respecte son éthologie. Sa croissance est rapide et sa présence encourageante dans les étangs du fait de ses nombreuses apparitions en surface au stade alevins et adulte.

6.3 Elevage de Clarias

Les textes et dessins sont repris de Viveen et al. (1985).

6.3.1 Généralités

La figure 6.4 et le tableau 6. 10 montrent les différents stades du Clarias avec leur taille et poids respectifs.

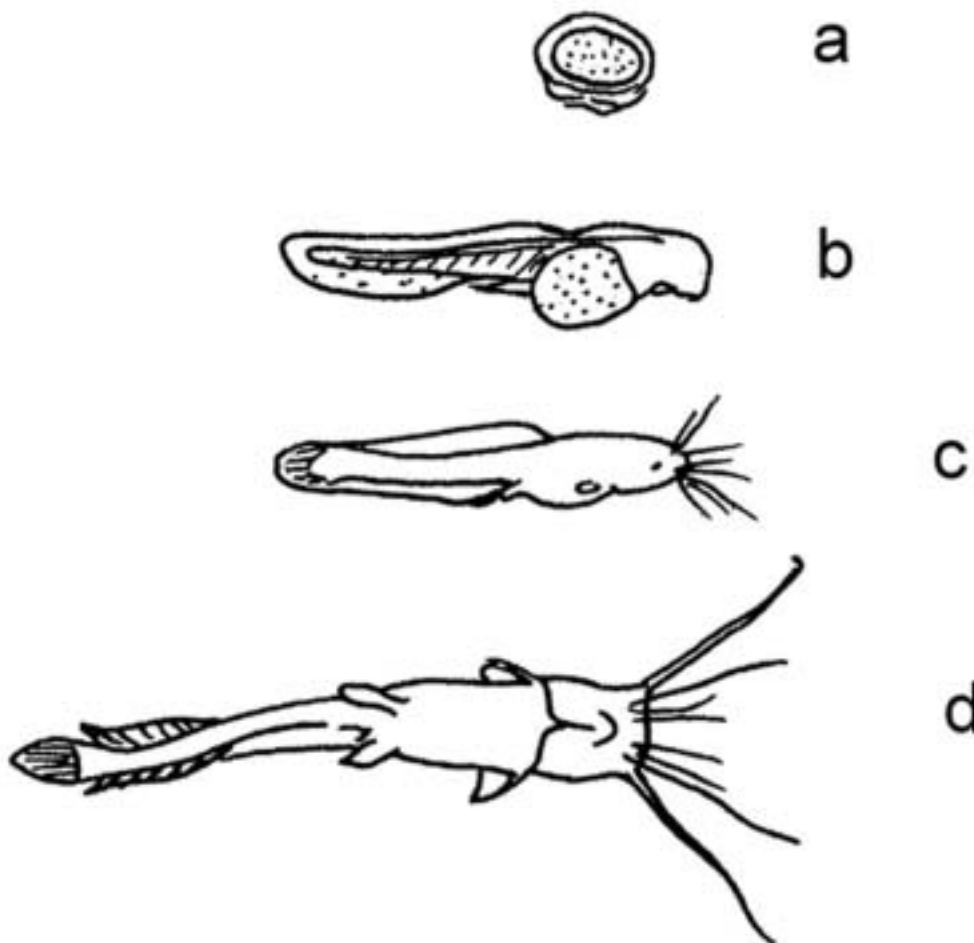


Figure 6.4 : Les stades du Clarias

Tableau 6.10 : Les stades du Clarias : taille et poids par stade

<i>Les lettres correspondent à la figure 6.4</i>	Taille	Poids
a) Œufs	1 – 1,6 mm	1,2 – 1,6 mg
b) Larves	5 – 7 mm	1,2 – 3 mg
c) Alevins	8 – 30 mm	3 – 1.000 mg
d) Juvéniles	3 – 10 cm	1 – 10 g
Poissons adultes	32 – 140 cm	0,3 –16 kg

En Afrique de l'Ouest, le Clarias possède deux atouts :

- il est connu et apprécié ;
- on en trouve dans le milieu naturel.

On peut donc soit pêcher les alevins ou les juvéniles dans le milieu naturel, soit pratiquer la reproduction qui se révèle délicate. Le grossissement, en plus d'être aisé, est spectaculaire car les poissons grossissent très vite.

6.3.2 Reproduction favorisée

Compte tenu des observations sur le comportement de reproduction du Clarias en milieu naturel, plusieurs méthodes ont été utilisées pour favoriser la reproduction et la survie des larves, avec ou sans addition d'hormones d'origine extérieure.

6.3.2.1 Reproduction en bacs en béton

La méthode de *reproduction favorisée en bas de béton ou en étang* est l'une des premières à avoir été utilisée. Le stimulus est constitué par une crue simulée. Les géniteurs sont choisis pour leur degré de maturité sexuelle (ventre ballonné des femelles et agressivité des mâles). On peut voir à la figure 6.5 les sexes du Clarias. Ils sont placés dans des étangs ou dans des bacs de petite dimension : (ordre de grandeur : 1 x 0,5 m en surface et 0,7 m de profondeur). Le fond du bac est couvert de cailloux ronds et propres. Le niveau d'eau est de 20 cm environ au début de l'opération. Les géniteurs sont placés dans les bacs en général après injection hormonale (suivant la saison et leur degré de maturité) dès le matin. La crue est simulée en fin d'après midi. Le robinet d'adduction d'eau est ouvert de telle sorte que le bac soit plein dans les 4 à 5 heures qui suivent. La crue induit la maturation des gonades et la ponte suit dans la soirée ou la nuit. La parade nuptiale est souvent vigoureuse et il n'est pas rare de trouver la femelle blessée à l'issue de l'opération. Les œufs pondus adhèrent aux cailloux. Dès le lendemain la ponte est observable et on enlève les géniteurs qui sont mis au repos. L'incubation se poursuit dans le bac. Le problème majeur est l'alimentation des larves après résorption de la vésicule vitelline (délais de 2 à 3 jours après l'éclosion).

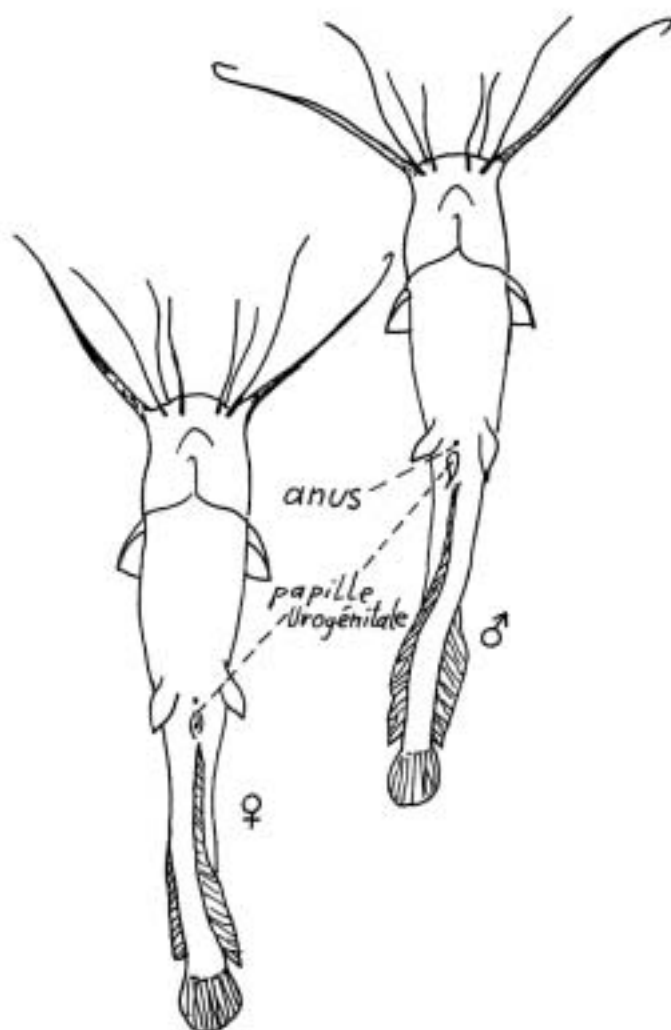


Figure 6.5 : Le sexes des Clarias

6.3.2.2 Reproduction en étangs de petite taille

La méthode de *reproduction favorisée en étang de petite taille* est calquée sur celle précédemment décrite mais se déroule dans des étangs de petite taille (0,3 à 0,5 ares). Les géniteurs après injection sont placés dans un fond d'eau. Dans l'après midi, une crue est simulée qui recouvre le fond de l'étang et l'aire de cailloux qui y ont été disposés. Les œufs sont pondus et fertilisés sur les zones fraîchement inondées. Dès le lendemain, les géniteurs sont récupérés et l'étang est laissé pour le pré grossissement des larves pendant un mois. Durant ce temps, tout est fait pour favoriser le développement de plancton dans l'étang (compost, fumier à petites doses). Cette méthode a l'avantage de ne pas nécessiter l'apport d'aliments artificiels aux alevins. L'usage des étangs, par contre, augmente la prédation par les grenouilles et les autres poissons). Cette méthode quoique simple donne des résultats très variables : selon la saison et

l'expérience, mais aussi la chance, c'est de 10 à 1.000 alevins de taille variable (0,5 à 1,5 g) que l'on récolte à la fin du premier mois. Parfois c'est l'échec total.

Ces 2 méthodes se sont révélées insuffisantes pour approvisionner une pisciculture, même de taille moyenne. (1.000 alevins approvisionnent à peine 5 ares d'étangs). Devant cette hétérogénéité des résultats, les pisciculteurs ont eu recours à la reproduction artificielle.

6.3.3 Reproduction artificielle

La reproduction artificielle se réalise en éclosérie car la reproduction naturelle est difficile (possible seulement en saison de pluies) alors que le pré grossissement et le grossissement se font en étang.

6.3.3.1 Eclosérie

Il faut prévoir la construction de l'éclosérie, comme montré à la figure 6.6, sur un terrain en pente, de manière à ce que l'eau arrive par gravité. Il faut disposer d'eau de la meilleure qualité possible pour l'incubation des œufs et l'élevage des larves. Il est important d'avoir assez d'eau courante disponible également durant la saison sèche. Dans une éclosérie, l'eau est nécessaire pour fournir l'oxygène aux œufs, aux larves et aux géniteurs, pour évacuer les excréments et les autres saletés et pour nettoyer l'éclosérie.

Il faut disposer de réservoirs comme montré à la figure 6.7 pour stocker les géniteurs pendant quelques jours. Ces réservoirs peuvent être des tonneaux ou des bacs ou en béton, parfois même des gouttières aménagées.

Chaque réservoir est muni d'une arrivée d'eau, d'une vidange et d'un trop plein. Il est souvent utile de fixer un tuyau de plastique à la vidange pour vider le réservoir. Ce tuyau de plastique peut également servir pour régler le niveau d'eau du réservoir. Pour obtenir un certain niveau dans le réservoir, le tuyau est lové sur un crochet comme indiqué à la figure 6.8.

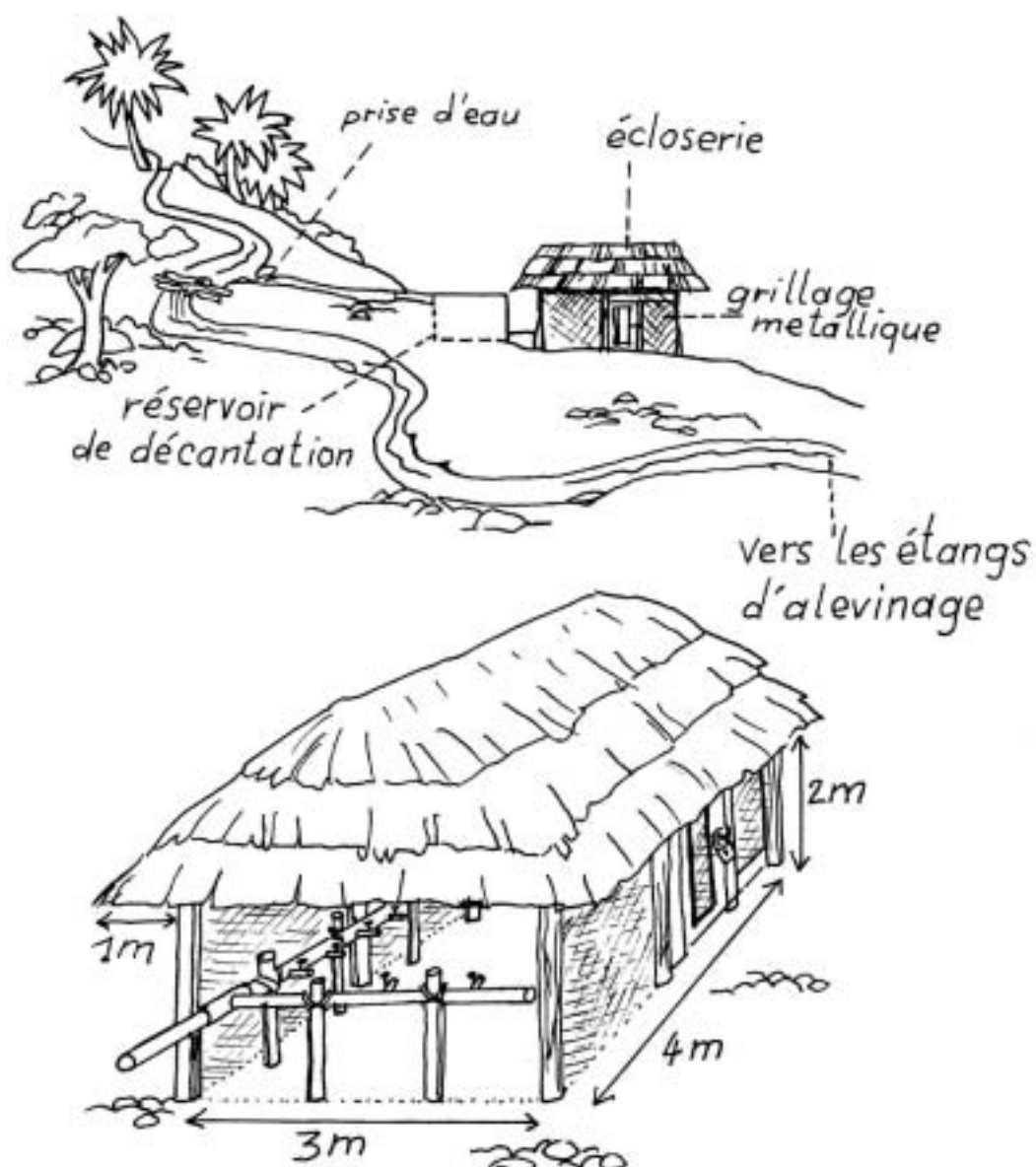
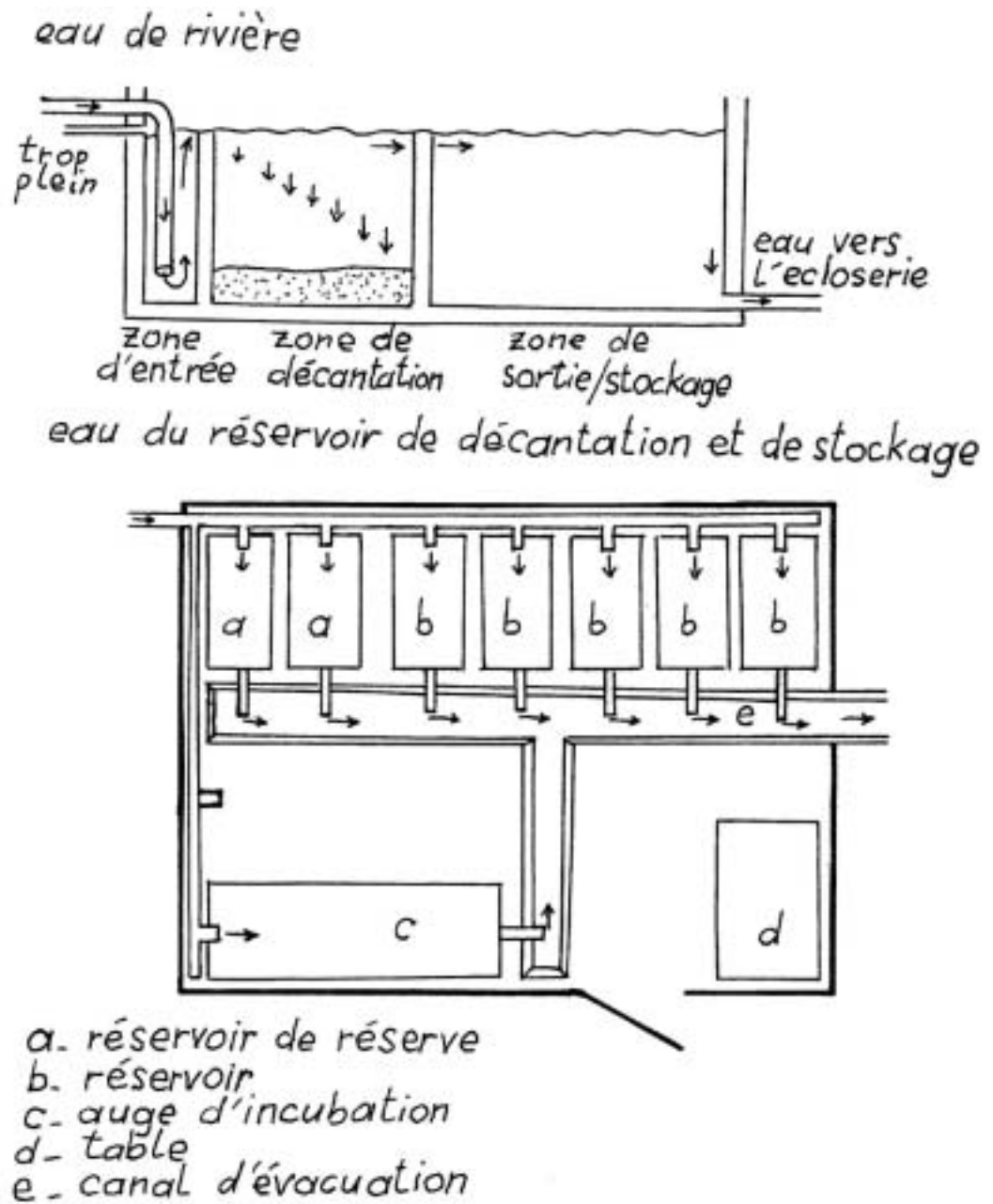


Figure 6.6 : Ecloserie de Clarias



Réservoirs

Figure 6.7 : Réservoirs

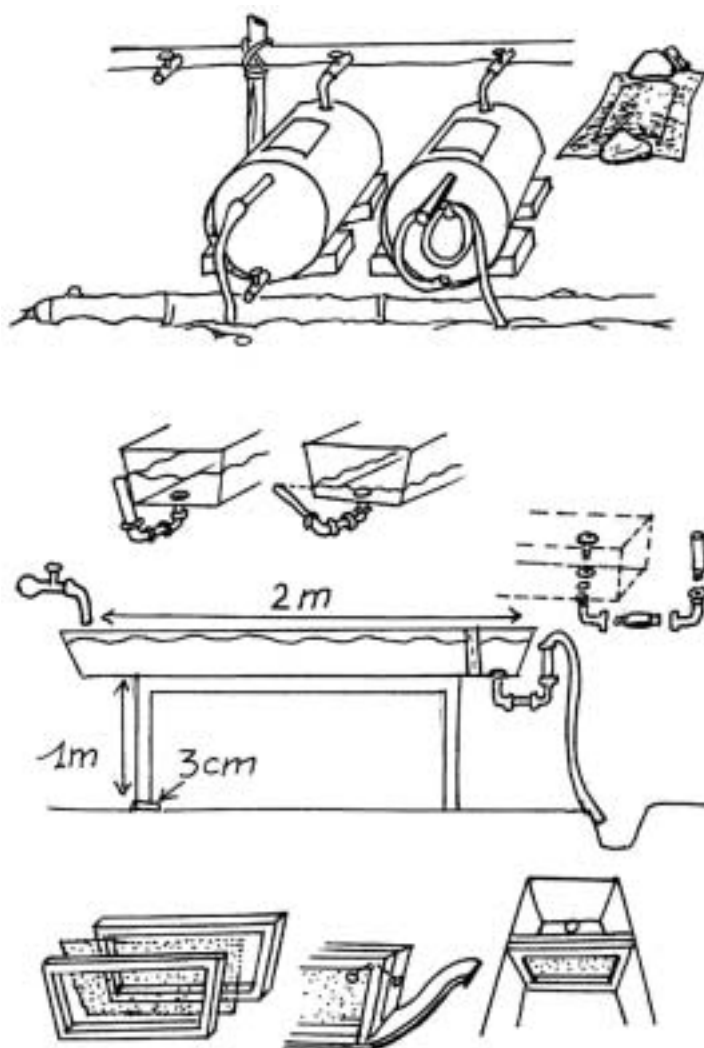


Figure 6.8 : Réservoirs et Bacs

L'ouverture du réservoir devra être munie d'un treillis métallique bien fixé. Les Clarias sont d'excellents sauteurs ; il faudra donc charger les treillis de quelques pierres lourdes pour éviter que le poisson ne s'échappe. Pour qu'ils ne se battent pas, les Clarias doivent être maintenus séparés. Normalement, pour effectuer une reproduction artificielle induite, il faut compter 4 à 5 femelles et 2 mâles.

On utilise une auge pour l'incubation des œufs. Les dimensions d'une bonne auge sont de 200 x 50 x 30 cm. Elle peut être faite en bois, en polyester ou en béton. Le cuivre et le fer sont à éviter car ils empoisonnent souvent le poisson. Le fond et les parois de l'auge doivent être bien lissés. A une extrémité de l'auge d'incubation, il faut prévoir un trop plein pour régler la hauteur d'eau dans l'auge. Pour éviter que les larves ne s'échappent, il est nécessaire de disposer une grille à mailles de 0,5 à 0,7 mm devant le trop plein. L'auge d'incubation est placée sur une table, à 1 m de hauteur, avec une légère pente. L'équipement montré à

la figure 6.9 et listé ci-dessous est nécessaire pour effectuer la reproduction artificielle du Clarias, pour l'examen de la qualité de l'eau et pour l'entretien de l'écloserie :

- table d'environ 50 x 100 cm,
- épuisettes,
- balance,
- latte de mensuration,
- draps, papier absorbant,
- petits bacs,
- canules (diamètre extérieur 2 à 2,5 mm, diamètre intérieur 1,2 à 1,5 mm),
- seringue de 1 ml avec aiguilles,
- couteau bien aiguisé, pince coupe fil,
- mortier,
- paire de ciseaux, petite pince pointue,
- bouteille de sérum physiologique,
- matériel d'analyse d'eau,
- thermomètres,
- verrerie,
- brosses,



Figure 6.9 : Matériel pour l'écloserie

6.3.3.2 Production de larves

Les reproducteurs sont récoltés dans les étangs de stockage de géniteurs. Avant de les introduire dans l'écloserie, il est bon de désinfecter les poissons en les faisant séjourner pendant trois heures dans un bain contenant 50 à 150 p.p.m. (part par million) de formol. Cette précaution doit être prise pour éviter de transmettre des germes pathogènes aux œufs et aux larves. Le choix des géniteurs femelles se fait sur la base du ballonnement de l'abdomen. Les femelles au ventre mou et gonflé sont souvent mûres. On peut le vérifier par une biopsie : on introduit une canule (tuyau de plastique de 2 - 1,5 mm pour les diamètres extérieurs et intérieurs) par la papille génitale sur 4 à 6 cm de profondeur, aspirez doucement et rejetez une trentaine d'œufs sur une plaque pour vérifier que la majorité des œufs ont plus de 1 mm de diamètre. Cette opération en pratique est très rapide et très aisée comme montré à la figure 6.10.

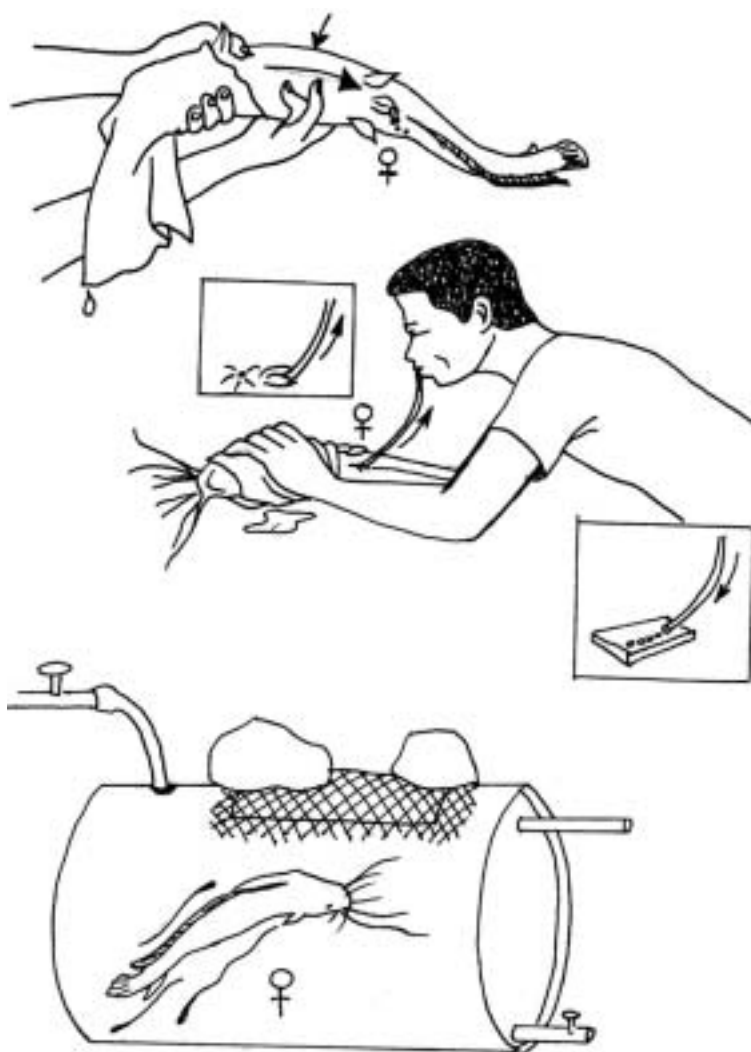


Figure 6.10 : Biopsie

Quant aux mâles, peu de signes extérieurs permettent de voir s'ils sont aptes à la reproduction. Le choix est donc porté sur le mâle en bonne santé et très actif. Les géniteurs sont nourris avec des granulés à un taux de 1,5 à 1% de la biomasse selon que le poids moyen est compris entre 0,5 et 1 kg.

Les femelles sélectionnées reçoivent par injection 4 mg d'extrait d'hypophyse séchée de carpe ou de Clarias par kilogramme de poids vif de poisson comme montré aux figures 6.11 et 6.12.

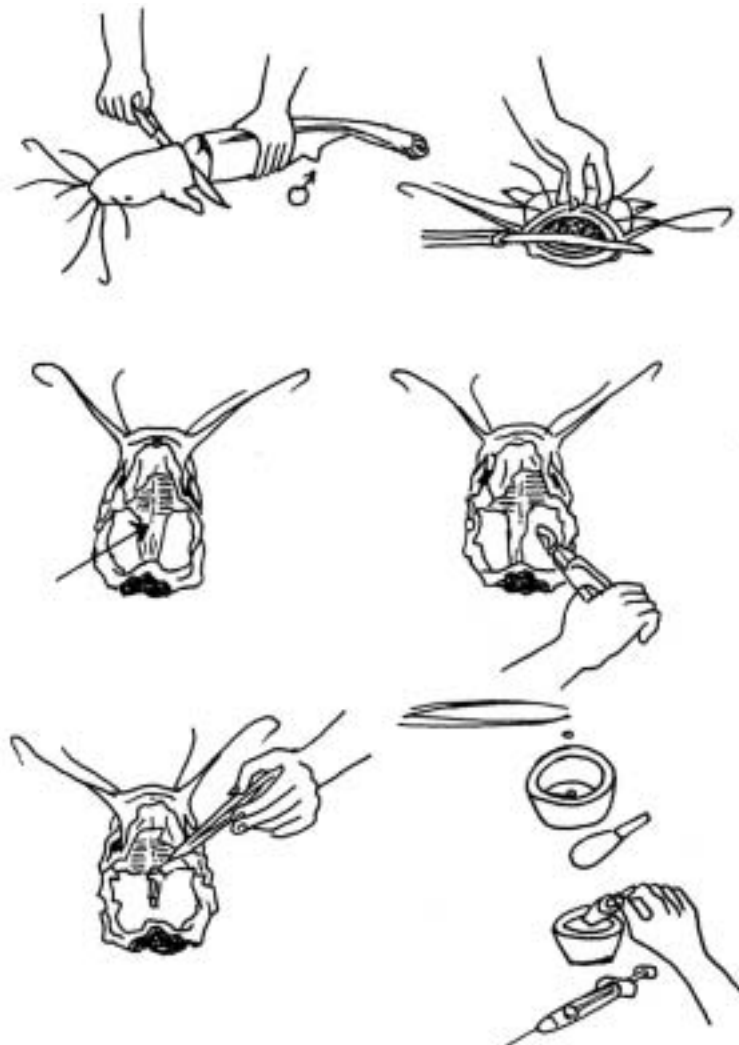


Figure 6.11 : Extraction des hypophyses

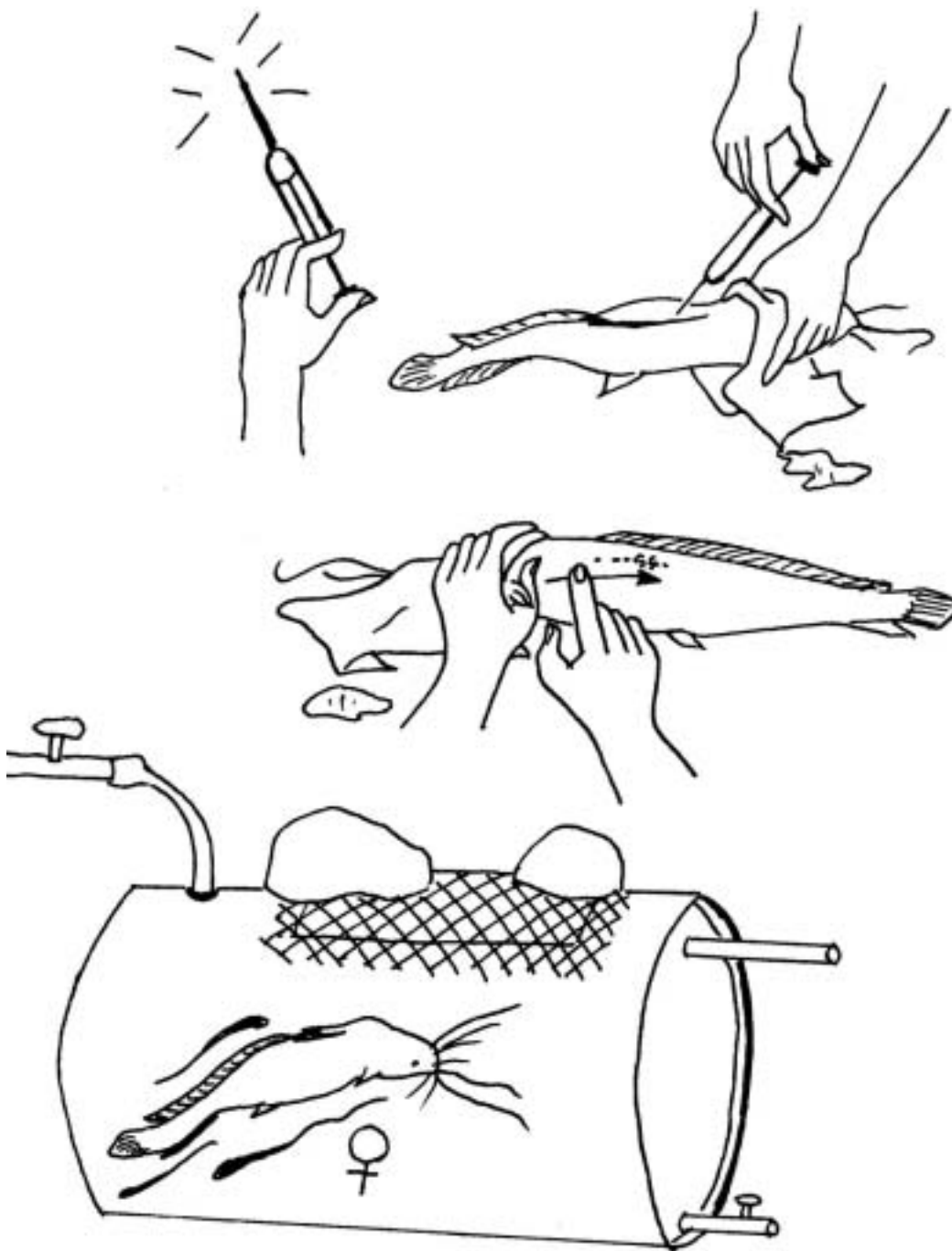


Figure 6.12 : Injection des géniteurs femelles

L'injection est faite dans la musculature dorsale et a lieu de préférence la nuit afin de procéder à l'extraction des œufs le lendemain matin après un temps de latence qui est fonction de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus le temps de latence est court : 20 heures à 20°, 12 heures à 25° et 8 heures à 30°C environ. Après le temps de latence, les œufs sont expulsés par massage abdominal de la femelle. Ils sont recueillis dans un bol bien sec. On peut en récolter de 30 à 100.000 par femelle. Le mâle est sacrifié (tué) et les

testicules sont prélevés et pressés dans un bocal contenant une solution physiologique salée de chlorure de sodium ou sel de cuisine (NaCl) à 9 pour mille comme montré à la figure 6.13.

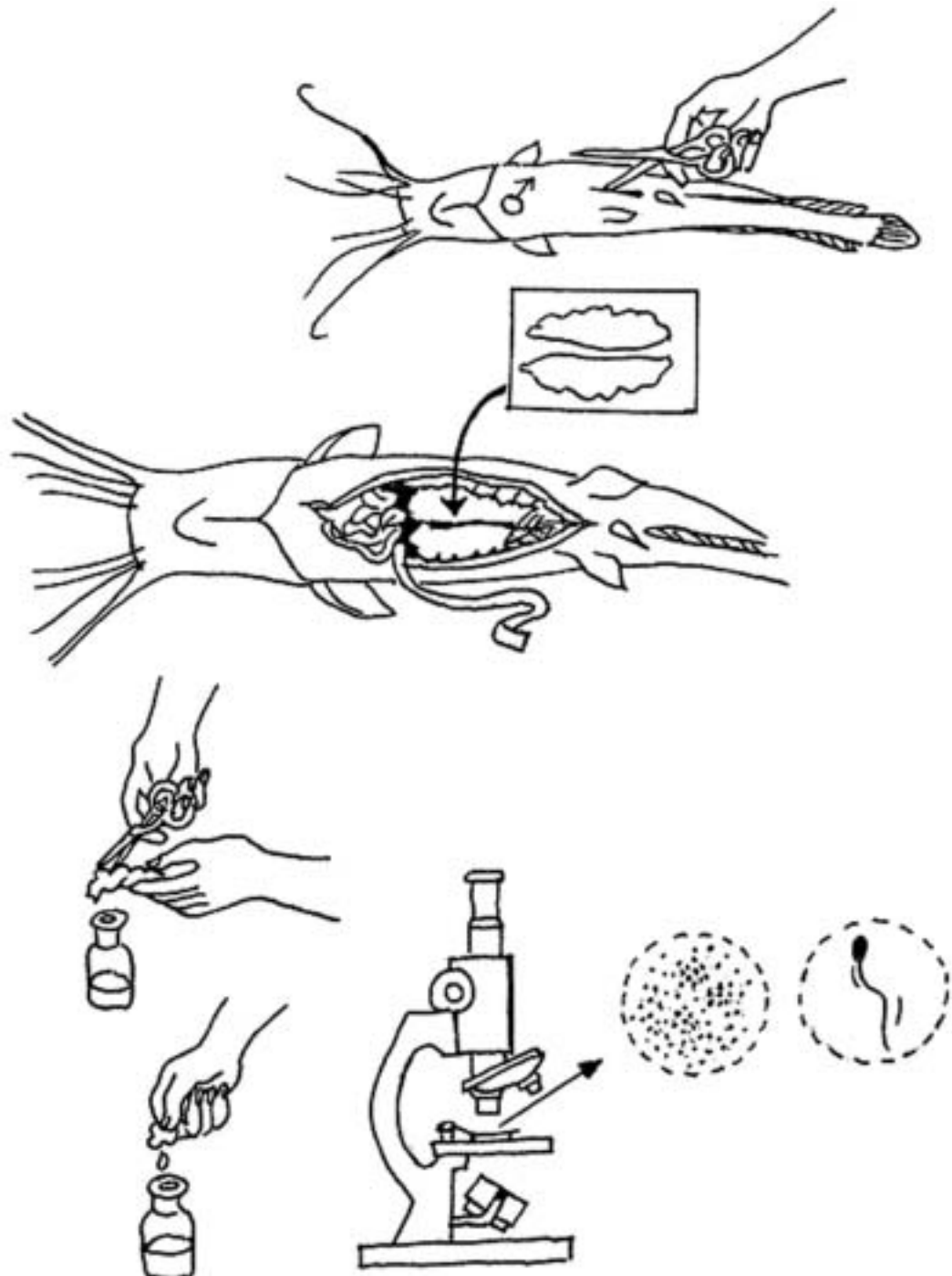


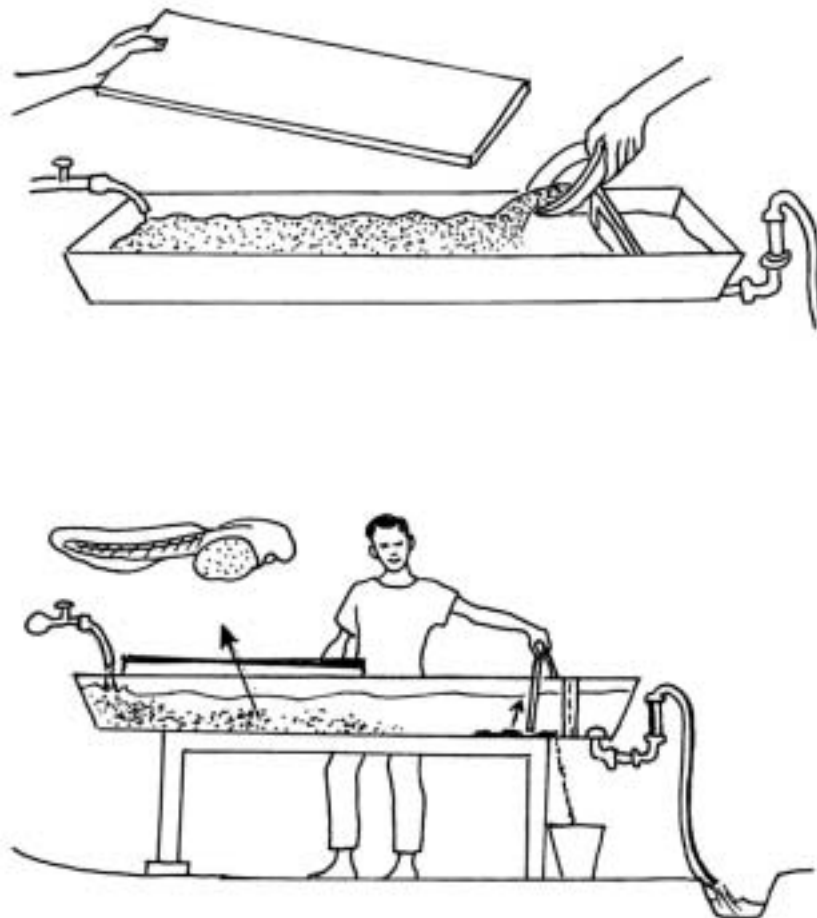
Figure 6.13 : Récolte de la laitance

Quelques gouttes de laitance ainsi obtenues sont versées dans le bol contenant les œufs. On y ajoute de l'eau pour activer les spermatozoïdes ; ensuite on mélange le tout pendant environ 30 s comme montré à la figure 6.14.



Figure 6.14 : Extraction manuelle et fécondation des œufs

Les œufs fécondés sont mis sur des plaques perforés et incubés en eau courante dans les bacs d'éclosion comme montré à la figure 6.15. La durée de l'éclosion dépend de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus la durée d'éclosion diminue, 60 heures à 20°C, 30 heures à 25 °C, 20 heures à 30°C.



Légende : Incubation des œufs (en haut) et élevage des larves (en bas)

Figure 6.15 : Bacs d'éclosion

Pour éviter le développement de champignon sur les œufs morts, il faut traiter les bacs d'éclosion contenant ces œufs avec 25 p.p.m. de Wescodyne et 2,5 p.p.m. de vert de malachite pendant 5 à 10 min. Après l'éclosion, les larves tombent au fond du bac d'éclosion. Elles ont plus ou moins 4 mm de long et pèsent 1 mg. Les œufs morts se collent sur la plaque ; ils sont jetés. Dans le bac d'éclosion, les larves viables vont être séparées des larves déformées, pour cela une partie du bac est recouverte ; les larves viables se rassemblent vers l'ombre tandis que les déformées ne pouvant se déplacer, vont être jetées.

6.3.3.3 Production d'alevins

Il s'agit de la production d'alevins ou grossissement des larves ou phase d'alevinage. Le pré grossissement des larves demande un bon suivi en écloserie. L'alimentation et les conditions d'élevage (traitement des maladies, hygiène) sont les principaux facteurs d'élevage pour permettre une meilleure survie.

Les larves écloses commencent à se nourrir après la résorption de la vésicule vitelline. La durée de cette résorption est fonction de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus la durée diminue. De 3 à 4 mg jusqu'à 30 mg, les larves sont nourries avec des nauplii d'*Artemia salina* (aliment de pisciculture, le nauplii étant le stade de développement du crustacé *Artemia*) et de 30 à 250 mg avec du Trouvit (aliment français pour truites). Cette alimentation peut non seulement permettre une croissance rapide mais aussi limiter le taux de mortalité souvent dû à la prédation et aux maladies. Pour permettre une meilleure croissance des larves, l'aliment doit être distribué de façon continue.

L'écloserie étant un milieu artificiel, il est important pour assurer une bonne survie des larves, de procéder à des traitements prophylactiques et entretiens réguliers. A l'éclosion, les larves mesurent 5 à 7 mm et pèsent environ 1,2 à 3 mg. Elles ressemblent à de fines aiguilles avec une petite sphère verte, la vésicule ombilicale. Après l'éclosion les enveloppes des œufs restent sur le fond des bacs. Les larves vésiculées (qui ont une vésicule) recherchent un abri et se mettent en groupe dans les endroits sombres de l'auge. A ce moment de l'incubation, il est conseillé de couvrir uniquement la partie amont de l'auge, près de l'arrivée d'eau. Les larves bien portantes nagent alors vers l'ombre, sous le couvercle. Les restes d'œufs, les larves mortes ou mal venues peuvent ainsi être facilement enlevés, ce qui sera fait par siphonage pour éviter toute forme de stress comme montré à la figure 6.15 ci-dessus. En trois jours la vésicule vitelline est résorbée et les larves, devenues alevins, vont commencer à rechercher leur nourriture. En conduisant bien l'incubation, on réussit à produire 90 à 95% d'alevins au départ des larves. L'échec total est aussi possible.

Les alevins sont trop fragiles pour être récoltés à l'épuisette, la récolte se fait par siphonage. On place un seau à l'endroit où les alevins seront siphonnés, pas à plus de 20 cm sous le fond de l'auge, de cette manière, le courant du siphon ne sera pas, trop fort et le dommage aux alevins sera minimisé. Les alevins sont transportés vers les étangs d'alevinage.

Après les opérations de ponte, il est conseillé de désinfecter les femelles en les faisant séjourner pendant 3 heures dans un bain de formol de 50 à 150 p.p.m. (part par million). Elles sont ensuite replacées dans les étangs de stockage de géniteurs. Les réservoirs à géniteurs sont nettoyés avec un désinfectant tel que le chlorure de benzalkonium à 0,1 % pendant 30 min. On rince ensuite avec de l'eau claire.

6.3.4 Production de juvéniles

Il s'agit de la production de juvéniles ou pré grossissement en étang de 2 à 4 ares comme indiqué à la figure 6.16.

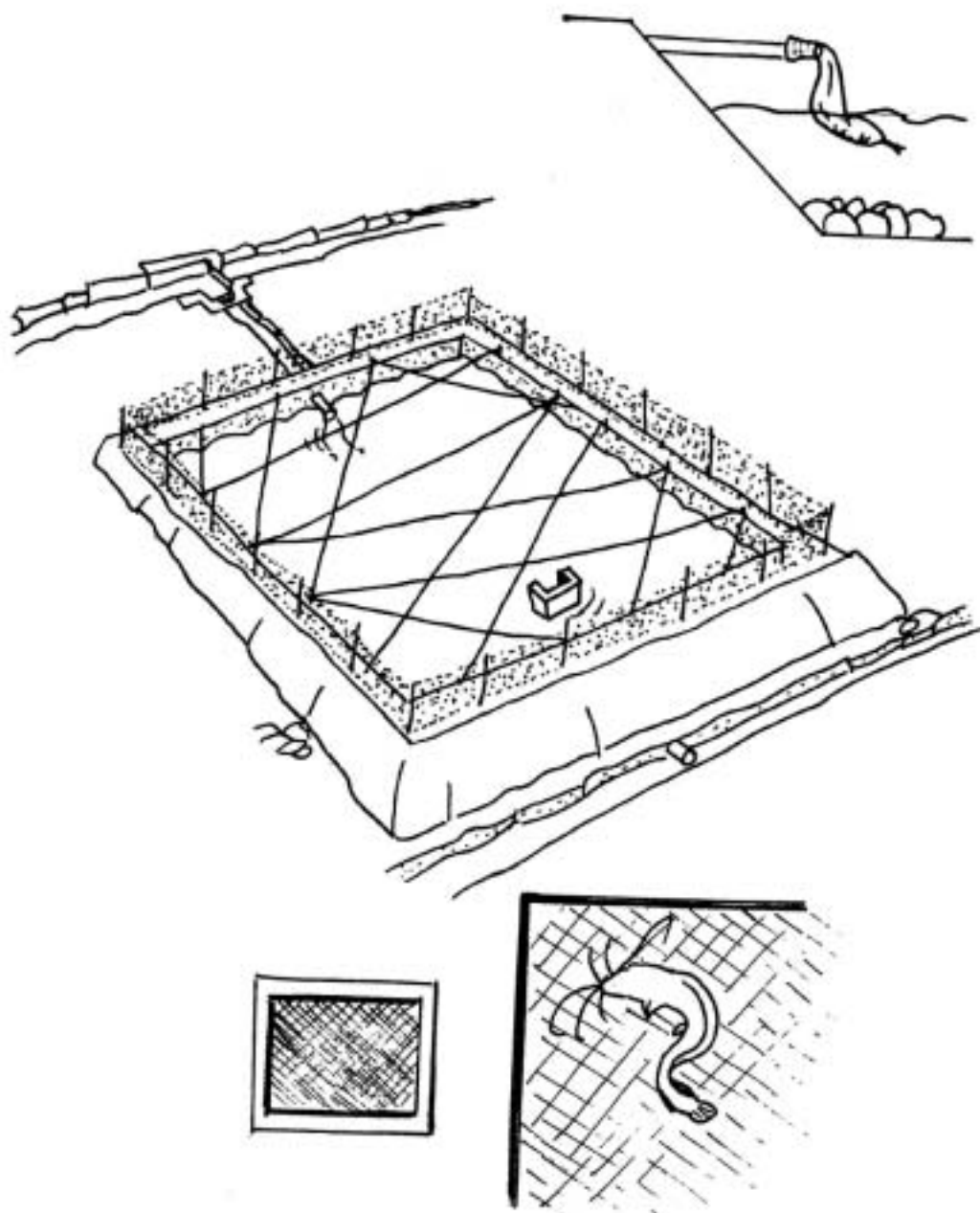


Figure 6.16 : Etangs d'alevinages

La densité de mise en charge est d'environ 65 alevins de 30 à 250 mg par m². Les alevins sont nourris principalement à l'aliment naturel (plancton). Il y a donc lieu de le développer par apport de fumure organique ou minérale dans l'étang. En général, la mise en charge est de 50 à 60 alevins /m² soit 20 à 24.000 /4 ares. La récolte des juvéniles ou *fingerlings* intervient 30 jours après la mise en charge

des alevins à la taille moyenne de 1 à 3 g (3 à 6 cm) comme montré à la figure 6.17.

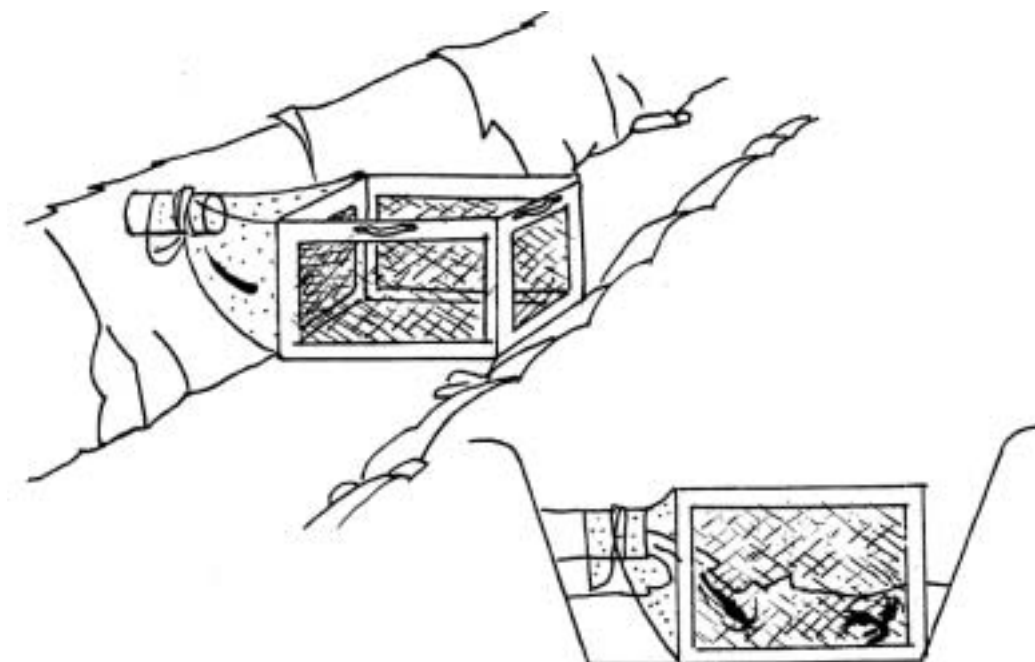


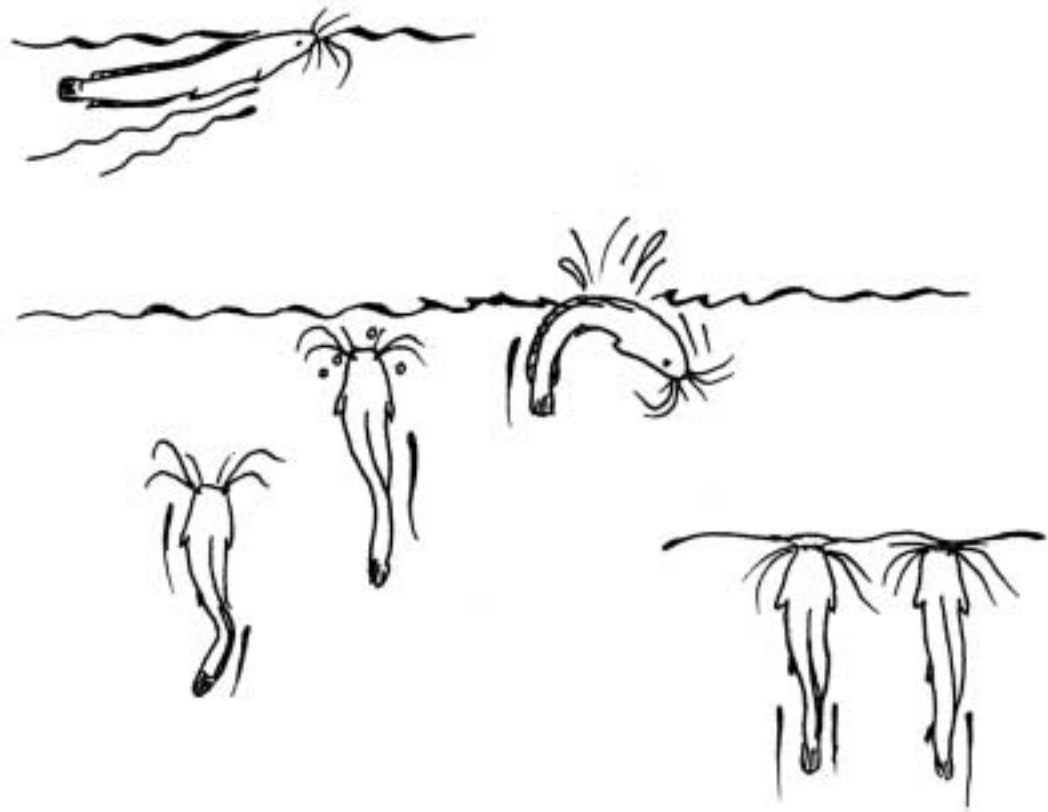
Figure 6.17 : Récolte de juvéniles.

Le taux de survie maximum est d'environ 30%. Un étang de 4 ares peut recevoir jusqu'à 24.000 larves qui donneront de 2.400 à 7.200 alevins de 1 à 3 g.

6.3.5 Production de poissons marchands

La production de poissons marchands s'appelle le grossissement. En monoculture, la mise en charge se fait avec des juvéniles de 1 à 3 g, à la densité de 10 par m² soit 4.000 /4 ares. Les poissons sont nourris avec des granulés dosant 30 à 40 % de protéines. En général, la ration alimentaire journalière varie entre 10 à 2% du poids vif. Les poissons sont récoltés après 6 à 8 mois d'élevage au poids moyen de 200 à 400 g. On obtient un taux de survie de 50 % et une productivité de 400 kg /4 ares /cycle soit environ 20 T /h /an. Le Qn = 1,5 à 2.

On observe leur comportement pour vérifier que tout est normal : oxygénation, absence de maladies, comme montré à la figure 6.18.



Légende : recherche de nourriture en surface (en haut), respiration aérienne (au centre), manque d'oxygène (en dessous, à droite)

Figure 6.18 : Comportement du Clarias

6.3.6 Polyculture Clarias-Tilapia

La mise en charge se fait avec :

- Clarias 1 à 3 g : 3 /m² soit 1.200 /4 ares ;
- Tilapias de 5 à 15g : 2 /m² soit 800 /4 ares.

L'alimentation se compose de tourteau de coton au taux de 5 à 2% de la biomasse. La durée est de 6 mois, le Qn varie de 1, 5 à 2 et le rendement est de :

- Clarias 140 kg /4 ares soit 7,2 T /ha /an ;
- Tilapias : 65 kg /4 ares soit 3,3 T /ha /an.

6.3.7 Autres aliments

Les doses possibles de son de riz en fonction du Pmi (poids moyen individuel) sont de :

- jusqu'à 20 grammes : 4 kg /4 ares /jour ;

- de 20 à 15 grammes : 6 kg /4 ares /jour ;
- plus de 150 grammes 8 kg /4 ares /jour.

Ces aliments peuvent être améliorés par 1 ou 2 brouettes de lisier de porc par semaine.

6.3.8 Exemples pratiques

a) Monoculture de *Clarias gariepinus*

Tableau 6.11 : Pmi en fonction d'aliments à 30% de protéines et 3.000 kcal d'énergie digestible /kg d'aliment.

Mois	1	2	3	4	5	6
Pmi (g) début	1	15	37	62	100	160
Ration en % de la biomasse	2,5 à 4,5	3 à 4	3	2,5	2,25	2

b) Polyculture de *Clarias gariepinus* plus *Oreochromis niloticus*

Tableau 6.12 : Pmi en fonction d'aliments à 30% de protéines et 3.000 kcal d'énergie digestible /kg d'aliment. Aliment : tourteau de coton + compostières et avec une mise en charge 1.320 *Clarias gariepinus* + 880 *Oreochromis niloticus* pour 4 ares.

Mois	1	2	3	4	5	6
Pmi début Clarias	1	10	28	64	104	152
Pmi début O.n.	10	14	26	44	60	62
Ration en % de la biomasse	8,5	5,5	3,5	2,5	2,0	1,5

On voit que malgré la difficulté qu'il présente à se reproduire, le Clarias est un poisson intéressant au point de vue de la production. Les résultats en polyculture sont très prometteurs. Maintenant qu'un grand pas a été fait dans la mise au point de l'alevinage, des essais de production sont poursuivis dans les diverses stations de pisciculture en Afrique.

6.4 Elevage du mâchoiron

6.4.1 Généralités

En Côte d'Ivoire, on élève le *Chrysichtys nigrodigitatus* appelé aussi *Poisson Ministre* du fait de sa chair très appréciée.

On l'élève en général en enclos à filets à maille de 14 mm de 400 à 800 m² de superficie soit 4 à 8 ares. La mise en charge s'effectue avec des alevins de 15 à 20 g à la densité de 10 poissons /m². Les pêches de contrôle peuvent s'effectuer tous les 15 jours jusqu'à 50 g et tous les mois après, la récolte se situant à 250 - 300 g . A partir du septième mois, on peut déjà effectuer des tris pour la vente, l'élevage s'arrêtant à 9 mois en général. Le taux de survie est excellent : 98 à 100%. Le Gain Moyen Quotidien est de 0,8 g /jour en moyenne et de 0,7 à 1 g /j selon les cas, mais il diminue avec l'âge du poisson. Avec des aliments spéciaux, on peut attendre de 1,5 à 2,5 g /j de Gain Moyen Quotidien.

La ration est calculée de la façon suivante. Le taux de distribution journalier (TDJ) en % de la biomasse est obtenu en multipliant le taux de croissance Journalier (TCJ) en % par le Qn qui est de 2,5 parfois plus. Voir l'exemple ci-dessous.

Tableau 6.13 : Taux de croissance, taux de distribution et quantité distribuée en fonction des poids moyens.

Poids moyen en grammes	Taux de croissance en %	Taux de distribution en % de la biomasse par jour pour un Qn = 2,5	Quantité distribuée pour 4 ares (4.000 poissons) en kg /j aliment 3A à Qn = 2,5
30 à 39	2,90	7,25	10
40 à 59	2,48	62	11
60 à 79	1,87	4,68	12
80 à 129	1,35	3,38	13
130 à 219	0,86	2,15	14
220 à 500	0,49	1,23	15
501 et plus	0,3 et moins	0,75	15

6.4.2 Reproduction

La production de juvénile est délicate. Pour la reproduction du mâchoiron, on prend des mâles de 2,3 kg et des femelles de 2 kg environ (2 à 3 ans). Les mâles ont une tête large, une bouche élargie et un comportement agressif, ce qui indique leur maturité sexuelle. Les femelles ont le ventre ballonné. On sélectionne 1 mâle et une femelle que l'on met *en tube* comme indiqué à la figure 6.19.

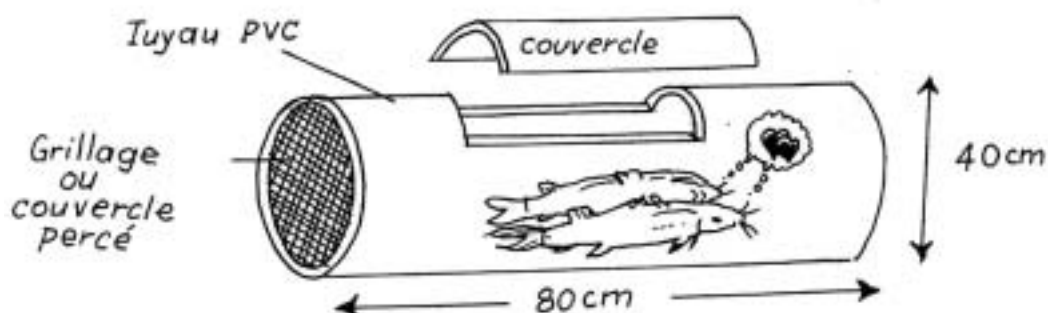


Figure 6.19 : Cages de ponte sous forme de tuyau

La ponte du *Chrysichtys nigrodigitatus* s'étend du mois d'août au mois de novembre. Les juvéniles de +/-15 g sont produits en 5 à 7 mois et sont livrés pour le grossissement en enclos. Les juvéniles sont produits de septembre à mai avec un vide de juin en août.

Les cages de ponte sont plongées dans de grands bacs circulaires (10 m de diamètre par exemple), où l'on contrôle la qualité de l'eau et la lumière. Les œufs produits sont incubés en bouteilles de Zoug et transférés dans des auge 3 à 4 jours après l'éclosion. Les œufs sont disposés sur des tamis remués lentement de haut en bas dans un bac d'eau bien oxygénée pour faciliter leur éclosion et augmenter la survie. L'éclosion vient après 1 semaine. Les larves en cours de résorption sont placées dans les auge d'alevinage (300 litres) à la densité de 6.000 à 13.000 larves par auge. L'idéal semble être 10.000 larves par auge. Les alevins sont alimentés en auge avec des particules alimentaires dont la taille varie de 0,3 à 1,3 mm avec l'âge. L'aliment peut être des miettes pour truites produites par Trouvit - France contenant 30% de protéines.

Après 50-60 jours, les alevins pèsent 0,6 à 0,7 g et sont transférés en bacs circulaires (4 m de diamètre, 1 m ou plus de haut), à la densité de 7 à 12.000 alevins par bac. La nourriture est l'aliment Trouvit pour truite de 1,3 à 2,5 mm jusqu'à 2 à 3 g puis en granulés de 1 mm de diamètre. La durée en bac est de 50 à 60 jours. A 3,5 à 5 g, les alevins sont transférés en enclos de pré grossissement de 200 m² à la densité de 7 à 12.000 alevins/enclos. Ils y séjournent jusqu'à livraison soit 50 jours minimum et un poids de 10 g. Dès 5 g, ils sont alimentés avec des granulés de 2 mm de diamètre.

6.5 Pisciculture rurale en Côte d'Ivoire

Voici quelques données d'un projet de vulgarisation à Bouaké (Côte d'Ivoire).

En milieu rural on constate que les paysans, principalement avec l'*Oreochromis niloticus* :

- négligent la fumure organique ;
- mettent en charge trop de poissons, en moyenne 10 % en trop, ce qui provoque une diminution de la taille ou un allongement négatif du cycle ;
- mettent en charge des juvéniles de 60 g au lieu de 30 à 40 g, ce qui est plus facile à sexer et réduit la phase de grossissement ;
- allongent le cycle jusqu'à 9 mois au lieu de 6 à 8 mois, ce qui donne des poissons plus faciles à vendre mais diminue beaucoup la productivité des étangs. L'allongement provoque de plus un surcroît de mortalités ;
- ont des rendements nets (mise en charge exclue), des rendements totaux nets (autres poissons et alevins inclus) et des rendements totaux commercialisables (mise en charge incluse) inférieurs aux données de la recherche comme indiqué au tableau 6.14 ;
- ont des GMQ (gains moyens quotidiens) de 0,5 avec le son de riz et 0,69 g /individu /j avec le « 3A » au lieu de 1g /j. Tout ceci est dû à une sous-alimentation et à une surcharge initiale.

Tableau 6.14 : Rendements observés en milieu rural en Côte d'Ivoire.

Rendements en T /ha /an	Rendement net	Rendement total net	Rendement commercialisable	Idéal
Aliment son de riz	2,6	3,5	4,6	6
« 3A »	4	4,9	6,3	8

7. Elevages associés

7.1 Introduction

Le rendement piscicole des eaux tropicales dépend en général étroitement de la fertilisation des milieux aquatiques ou de l'alimentation directe des poissons par des sous produits agricoles. La combinaison de ces deux actions en multiplie souvent l'efficacité. L'amendement des eaux par fumure minérale est une méthode coûteuse ; par contre la fumure organique apparaît souvent très avantageuse d'une part à cause de son prix de revient peu élevé et d'autre part du fait d'une minéralisation progressive relativement rapide des détritiques qui assurent un support stable au développement des microorganismes servant de nourriture aux poissons.

Dans l'association de l'élevage du petit bétail, des animaux de basse-cour, avec la pisciculture, on cherche à mettre à la disposition des poissons et du milieu dans lequel ils vivent la fraction des aliments gaspillés par les animaux et les déjections organiques de ceux-ci, parfois encore très riches en aliments incomplètement digérés.

En principe on associe à la pisciculture les élevages qui peuvent être conduits en stabulation directement sur les étangs ou à proximité de ceux-ci ; les plus fréquents sont les élevages associés canards - poissons ; porcs - poissons et poules - poissons.

7.2 Conduite d'un élevage canards - poissons

7.2.1 Choix des espèces

7.2.2 Poissons

Les espèces piscicoles intéressantes pour les élevages associés sont principalement des espèces microphages qui peuvent utiliser les organismes planctoniques et tirer parti des aliments gaspillés par les canards ou tombant dans l'eau lors du nettoyage des mangeoires et abreuvoirs. Le Tilapia du Nil répond bien à ces exigences.

7.2.3 Canards

En principe, il est intéressant d'utiliser des espèces séjournant de préférence sur les plans d'eau, comme la race *Pékin*, car elles assurent une fertilisation plus directe du milieu aquatique. Toutefois la rusticité de ce type est sensiblement

inférieure aux *canards de Barbarie*. C'est ce dernier qui est souvent choisi pour réaliser quelques élevages. Le canard de Barbarie est une race lourde et a plutôt un caractère terrestre mais il s'habitue cependant à fréquenter régulièrement les étangs lorsqu'il en a la possibilité. La ponte des canards de Barbarie est relativement faible, mais les canes sont de très bonnes couveuses. La race Pékin demande une couveuse car les canes ne couvent pas leurs œufs correctement.

7.2.4 Aménagement des installations

L'importance des installations est déterminée par la surface de production. En pisciculture rurale, la surface type d'un bassin d'élevage de Tilapia est de 4 ares. Pour y assurer une production satisfaisante de poissons en élevage associé, il convient d'y installer un minimum de 3 canards /are mais il est recommandé de maintenir une densité de 10 canards /are, soit 40 canards et canetons par unité de production.

L'élevage de canards se développant en plusieurs phases, il est nécessaire de prévoir dans les installations des enclos pour les reproducteurs, les canetons de 1 à 3 mois et ceux de plus de 3 mois. Ceux qui ont moins d'un mois sont gardés en caisse d'élevage.

7.2.5 Conduite de l'élevage

7.2.5.1 Elevage des canards

Sauf importation directe de canetons de race étrangère, la première étape consiste généralement en l'achat de canards reproducteurs. Un canard et cinq canes adultes permettent un démarrage relativement rapide de l'élevage. Deux à trois mois plus tard on peut obtenir les premières éclosions de canetons si l'élevage est bien conduit, en particulier si l'alimentation est régulière et rationnelle. Dès qu'une cane manifeste l'intention de couvrir, il faut l'isoler, car il est fréquent que le canard tente de l'empêcher de rester sur les œufs. Les œufs les plus frais sont mis en incubation ; celle-ci dure environ 36 jours pour les canards de Barbarie et 25 jours pour les autres. On peut facilement placer une quinzaine d'œufs par cane. Le pourcentage d'éclosion est souvent supérieur à 90%.

Dès l'éclosion, la cane et ses canetons sont installés dans une caisse d'élevage sans paille, recouverte le soir d'un sac de jute pour protéger la couvée du froid et de l'humidité. Après une semaine, la cane est remise avec les reproducteurs. Les canetons restent dans la caisse d'élevage pendant trois semaines environ, puis ils poursuivent leur croissance sans abri dans la moitié de la canar-

dière dont le fond comporte un grillage à mailles fines, fixé à 20 cm du sol. Les canetons passent dans un autre enclos et sur l'étang au début du troisième mois.

A ce moment, on peut normalement disposer d'une quantité suffisante de canards pour assurer une fertilisation satisfaisante de l'étang. Celui-ci n'est donc réellement exploité en élevage associé que 3 à 6 mois après l'acquisition des canards reproducteurs.

La ration alimentaire journalière des canards est de 5 % de la biomasse. L'aliment est composé d'environ 90 % de son de maïs, 5 % de farine de poisson ou de viande et de 5 % de tourteaux (coton, arachide). L'alimentation des canetons est assurée pendant le premier mois par une distribution d'une farine type « poussin », à refus (jusqu'à ce qu'ils refusent). Du deuxième au troisième mois, on distribue 3 fois par jour un aliment composé type farine de croissance. La ration journalière est de l'ordre de 5 % du poids vif des canards.

7.2.5.2 Elevage des poissons

Les canards s'attaquent très peu aux poissons sauf aux alevins laissés dans le fond des bassins lors des vidanges.

Grâce à la fertilisation continue de l'eau par les déjections et les déchets alimentaires apportés par les canards, il se développe dans l'étang un abondant plancton ; la croissance des poissons se poursuit rapidement et il est possible d'obtenir des tilapias commercialisables après une période de 4 à 6 mois.

7.2.6 Difficultés éventuelles

Les difficultés que l'on peut observer concernent essentiellement la reproduction et la première phase de l'élevage des canetons. Une alimentation irrégulière, mal équilibrée en vitamines notamment arrête la ponte des canes.

Pour les canetons, des règles d'hygiène doivent être observées, pour éviter de les faire séjourner sur des literies sales qui favorisent la *salmonellose*, maladie épidémique, qui peut décimer assez rapidement un élevage. Un traitement sec est possible par la Furazolidine, 10 g pour 25 kg d'aliment sec en mélange ou par la Sulfadimerazine, 3 g par kg d'aliments secs.

Les jeunes canards sont aussi sensibles à des modifications brutales dans leur alimentation. L'idéal est de les nourrir dès le deuxième jour avec de la farine « Poussin » à refus. Des précautions doivent être également prises pour éviter

que les canetons ne tombent dans des récipients de distribution d'eau dont ils ne pourront sortir.

7.2.7 Avantages et inconvénients

Les canards nettoient les étangs en arrachant les herbes aquatiques, ils consomment également les mollusques en les recherchant souvent activement, même hors de l'eau ; ils peuvent, de ce fait, jouer un rôle très utile dans la prévention de la bilharziose. Par contre, les canards endommagent les digues en fouillant les bords, ce qui favorise l'envasement des bassins. Pour éviter cet inconvénient, il convient de protéger les digues par un muret de fascines (muret de bois) ou de cailloux.

7.3 Conduite d'un élevage porcs - poissons

La première condition est que cette association soit acceptée au niveau de la religion. Cette association, qui apparaît moins évidente que la précédente, donne des rendements piscicoles nettement supérieurs et semble plus facile à réussir en milieu rural. Bien que les porcs ne soient pas des animaux aquatiques, ils aiment se baigner et lorsqu'ils ont accès à une mare ou un étang, ils y déposent généralement toutes leurs déjections qui fertilisent ainsi directement l'eau.

7.3.1 Choix des espèces

En élevage spécialisé et intensif, on utilisera avantageusement des races sélectionnées de porcs mais en milieu rural on achètera généralement une race locale plus rustique. On peut également se procurer des animaux reproducteurs améliorés auprès des services de l'élevage.

7.3.2 Aménagement des installations

Dans l'élevage associé, on peut choisir deux types d'installation : soit directement en bordure de l'étang, soit sur une berge en pente, donnant la possibilité d'amener aisément les déjections de porcs dans l'eau.

Un porc de 40 à 80 kg assure une fertilisation largement suffisante pour un are d'étang ; une densité plus élevée peut conduire à des excès de fumure provoquant la mort de certaines espèces de poissons par désoxygénation de l'eau.

La construction de la porcherie peut se réaliser en utilisant des matériaux traditionnels, mais en aménageant des fondations en dur ainsi que les supports essentiels. Les porcs doivent pouvoir s'abriter du soleil mais ont besoin d'un

enclos bien ventilé. Ils sont très sensibles aux excès de chaleur dont ils souffrent.

7.3.3 Conduite de l'élevage

7.3.3.1 Elevage de porcs

Si l'on débute par l'acquisition de porcelets, il faut prévoir qu'une truie ne doit pas être saillie avant l'âge de 9 mois. Le verrat doit être âgé de 8 mois au moins et il faut éviter des liens de parenté avec la femelle. La durée de gestation est de 4 mois, ce qui permet d'obtenir une première portée environ un an après l'acquisition des porcelets. La durée d'allaitement est de 60 jours ; elle est suivie d'une période de repos de 3 semaines avant une nouvelle saillie. Un élevage bien conduit permet d'obtenir 3 portées de 6 à 8 porcelets en 2 ans.

L'aliment donné aux porcs varie beaucoup selon l'endroit. On peut trouver par exemple : 30% de remoulage de blé, 39% de manioc, 26% de tourteaux (coton ou arachide), 2% de farines de poisson ou de viande, 2,5% d'os et 0,5% de sels minéraux. On peut aussi avoir : 33 % de son de blé (remoulage), 33% de manioc, 15% de sang d'abattoir et 19% de verdure. Lorsque l'on distribue des aliments préparés sous forme de farine ou granulés, la ration alimentaire journalière varie de 6 à 4 % du poids vif de l'animal élevé.

7.3.3.2 Elevage des poissons

Avec un porc par are d'étang, on obtient une fumure très abondante de l'ordre de 1.000 kg /an qui permet par exemple une production en Tilapia de 12,6 T /ha /an en trois récoltes espacées de 4 mois chacune. 75 % des poissons atteignent un poids moyen de 210 g en 120 jours.

L'association porcs - Clarias, encore au stade expérimental a déjà donné des rendements satisfaisants. La fumure correspond à 3 porcs /are. Les qualités de croissance et la résistance du Clarias aux conditions défavorables d'oxygénation de l'eau permettent de penser que des rendements plus intéressants pourront être obtenus.

7.3.4 Difficultés éventuelles

Le porc est un animal rustique qui n'est pratiquement jamais malade s'il est nourri convenablement ; il est cependant exposé à la Trypanosomiase, dans les régions infectées par les Glossines (mouches tsé-tsé). On peut lutter contre ce danger par un traitement préventif à l'Antrycide chaque trimestre. Les porcs

peuvent être également parasités par des Ascaris ou des Strongyles. Ces vers sont plus fréquemment observés chez des porcs élevés en parcs. Le traitement est assez aisé en utilisant de la Phénothiazine, de la Pipérazine ou du Vade-phen. Les porcs peuvent également servir d'hôte aux larves de Ténia, ils s'infectent en absorbant des aliments souillés par des déjections humaines. Il est à remarquer qu'en aucun cas, ces maladies ou parasites ne sont transmis aux poissons. Les porcs sont aussi exposés à la tuberculose lorsqu'ils sont nourris avec du sang de bœuf insuffisamment cuit.

7.4 Conduite d'un élevage poules - poissons

Dans les deux exemples précédents, une possibilité d'accès aux étangs était souhaitable pour obtenir une fertilisation directe des bassins par les animaux ; pour l'association des élevages poules - poissons, il faut prévoir, soit un poulailler sur pilotis, soit une installation sur un diverticule de l'étang. Le principe de l'installation est de construire un poulailler avec un plancher à claire voie (*caillebotis*) qui permet aux déchets et fientes de tomber dans l'eau ; ce principe peut également être appliqué aux porcheries et canardières.

7.4.1 Choix des espèces

Toutes les espèces recommandées par le service de l'élevage peuvent être choisies ; il importe seulement de déterminer au préalable si l'on recherche la production de poulets de chair ou la production d'œufs.

7.4.2 Aménagement des installations

En rapport avec la superficie de l'étang, il faut construire un poulailler qui permet d'élever au moins dix poules /are, mais il ne faut pas dépasser une trentaine de poules /are lorsque l'on élève des poissons du genre Tilapia.

7.4.3 Conduite de l'élevage des poules

Suivant les facilités locales existantes, on pourra se procurer au départ des poussins, ou des poules en croissance. Il n'est généralement pas intéressant d'acheter des poules adultes qui souvent n'ont plus qu'un rendement en œufs médiocre. L'alimentation sur base de 125 g /jour par poule se fait avec des farines ou granulés obtenus dans le commerce ou fabriqués.

7.4.4 Difficultés éventuelles

Les volailles sont exposées à un certain nombre de maladies, bien décrites dans des ouvrages spécialisés auxquels il est conseillé de se référer. En ce qui

concerne les poissons, seul le manque d'oxygène résultant d'une fumure trop abondante est à craindre. Lorsque le taux d'oxygène est bas, les poissons viennent piper l'air à la surface de l'étang. Un apport d'eau fraîche permet souvent de rétablir un milieu favorable sans dommage pour les poissons.

7.5 Avantages

Dans ces types d'élevage, le poisson peut être considéré comme un sous produit représentant environ 25% des recettes pour l'association canards - poissons ou poules - poissons et 30 à 50% des recettes pour l'association porcs - poissons, car il ne demande aucun soin particulier, ni d'apport de nourriture artificielle. Cependant, lorsque l'on associe une nourriture normale type 3A à la fumure organique des élevages associés, on peut aller jusqu'à doubler le rendement obtenu avec le 3A seul. Il faut être très attentif à toutes les maladies éventuelles, principalement le manque d'oxygène chez les poissons.

8. Pisciculture en cage

8.1 Construction des cages

Les cages flottantes constituent des enclos semi mobiles que l'on peut installer en eau libre ou près des rives des cours d'eau, de retenues naturelles ou artificielles. Leur surface horizontale varie de 1 à 100 m², suivant le type d'élevage envisagé.

Les cages sont généralement maintenues à la surface de l'eau par des bouées ou flotteurs divers ou posées sur le fond grâce à des pieds. Le regroupement des cages en un réseau de quelques unités (souvent 4 ou 10), peut simplifier les opérations d'entretien et d'alimentation des poissons. Les cages sont des constructions relativement simples. Les flotteurs parfois constitués de bidons de réemploi sont remplacés progressivement dans les installations modernes par des flotteurs en plastique ou en *frigolite* (polystyrène expansé).

Certains types de cages ont une double cloison en filet. Ce système, qui nécessite une structure plus complexe n'est employé que dans des endroits où les filets ne peuvent être endommagés par des prédateurs ou par les vagues et les courants.

Suivant la grandeur des mailles, la nature du fil ou du grillage, les parois des cages sont plus ou moins rapidement colmatées par des algues et organismes divers. Le grillage galvanisé et soudé a donné les meilleurs résultats en eau saumâtre. La durée d'utilisation est de l'ordre de 3 à 5 ans. La résistance de certaines fibres synthétiques (nylon par exemple) diminue rapidement lorsqu'elles sont soumises à des conditions d'emploi défavorables : exposition au soleil par exemple. Il importe de nettoyer régulièrement les parois des cages pour augmenter leur durée d'utilisation. Au Sénégal, cet élevage est possible sur tous les plans d'eau, barrages de retenue, barrage anti-sel, carrière et dans certains *rias* ⁽¹³⁾. La cage ivoirienne, montrée à la figure 8.1, convient tout particulièrement à ce milieu.

¹³ Partie aval d'un fleuve à vallée encaissée ayant de l'eau salée, comme la Casamance ; la marée remonte et descend dans le fleuve

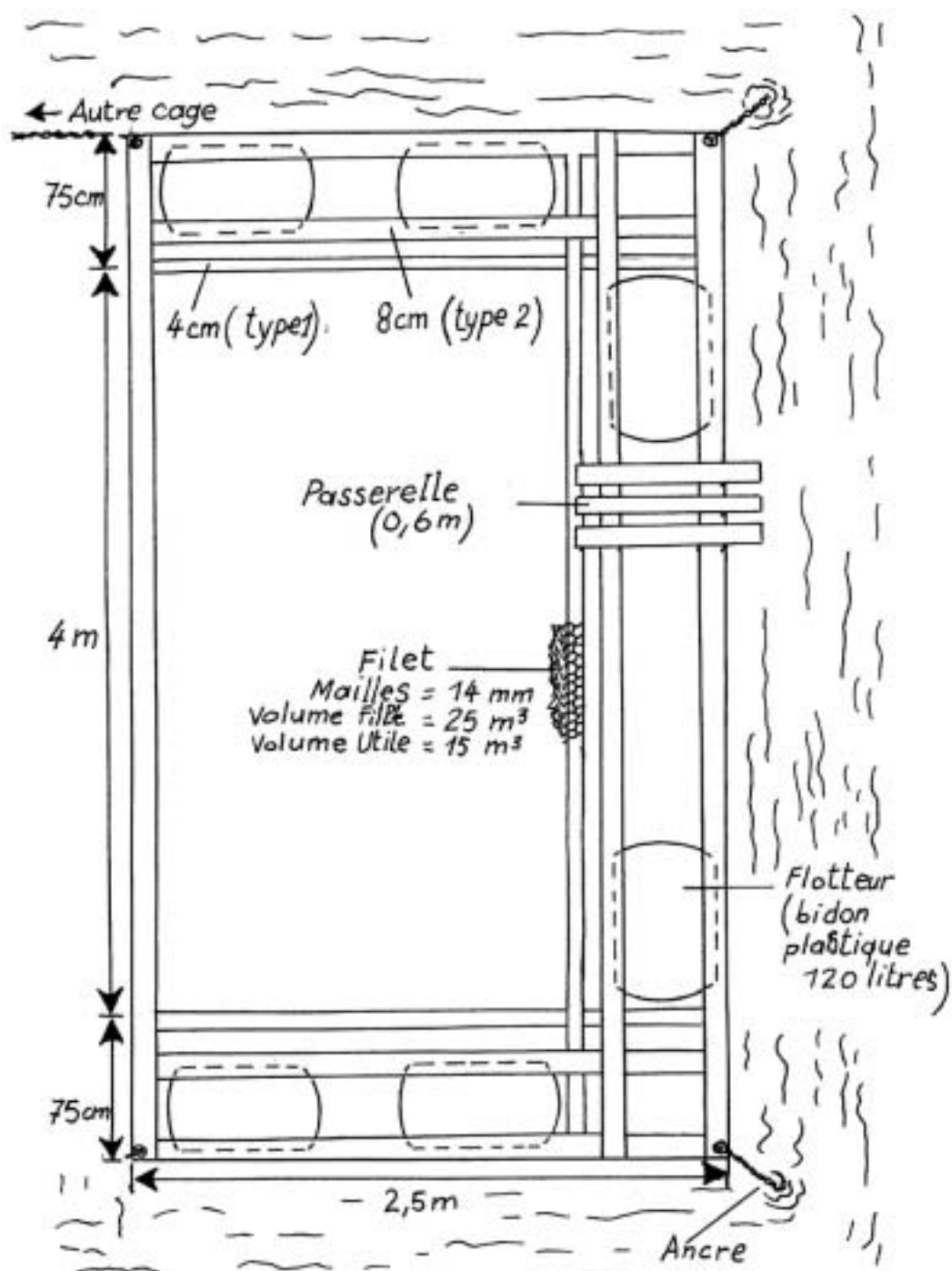


Figure 8.1 : Cage ivoirienne

Les lattes du type 1 ont 4 x 4 cm et servent à l'accrochage des nappes de filet qui forment les cages (2,5 x 4 x 2,5 m) et les couvercles des cages attachés à des clous, pour pouvoir les décrocher. Les lattes de type 2 ont 8 x 8 cm et servent au support de la passerelle.

8.2 Critères de choix d'un site

Il faut veiller à :

- avoir de l'eau en quantité suffisante (volume, surface) et de bonne qualité ;
- avoir un courant d'eau suffisant pour renouveler l'eau et par conséquent l'oxygène dissous ;
- éviter les grands vents ainsi que les grandes vagues car ils peuvent être la cause de difficultés d'installation et de démolition rapide des cages ;
- avoir une profondeur d'eau suffisante pour assurer une bonne circulation sur une colonne verticale d'au moins 3 à 5 m pour éloigner les poissons du fond de l'eau et les parasites qui s'y développent ainsi que la pollution organique due à l'accumulation et à la décomposition des aliments perdus ;
- avoir une température assez élevée de l'eau pour permettre une croissance rapide de l'espèce ;
- éviter toutes sortes de pollutions (industrielles, agricoles etc.) ;
- s'assurer des possibilités d'approvisionnement régulier en alevins et dans la mesure du possible dans une station d'alevinage.

8.3 Espèces de poissons élevés en cages

Les espèces utilisées ou présentant un intérêt d'élevage en cages sont les Clarias et les Tilapias. L'élevage des *Heterobranchus* est à l'essai en eau saumâtre, remplaçant l'élevage des Clarias en eau douce.

Parmi les Tilapias, citons :

- *Sarotherodon melanotheron* en eau saumâtre et salée ;
- *Oreochromis niloticus* en eau douce ou à salinité très faible (moins de 5 pour mille) ;
- les hybrides de *Sarotherodon aureus* pour l'eau saumâtre à salée.

8.4 Conduite des poissons en cages

8.4.1 Approvisionnement en alevins

Les alevins nécessaires à la mise en charge des cages ne pouvant pas être produits dans les cages elles-mêmes, le pisciculteur est obligé soit de les acheter dans un centre spécialisé en production d'alevins, soit de les produire lui-même dans des étangs ou des bacs annexes. Dans tous les cas, le lieu

d'approvisionnement en alevins doit être le moins éloigné possible pour éviter de les fatiguer ou de les abîmer par un transport trop prolongé. Les alevins sont préalablement mis en stabulation dans des étangs, des bacs ou des cages avant l'empoissonnement des cages d'engraissement.

Pour *Oreochromis niloticus*, il est plus intéressant d'élever d'abord les petits poissons de 5 à 10 g dans des cages plus petites de 1 m³ équipées de fines mailles de 8 mm pendant un mois avant de les mettre dans des cages d'élevage proprement dites.

8.4.2 Empoisonnement des cages

La taille des poissons marchands est fonction de la taille initiale des alevins. Chez *Oreochromis niloticus*, il faut des poissons d'au moins 20 à 60 g. Il faut charger les cages avec des alevins aussi homogènes que possible et de préférence avec des mâles.

Il est recommandé une mise en charge avec 100 à 120 alevins de 20 à 30 g par m³. La biomasse initiale varie avec les espèces. Le nombre d'alevins qui peuvent être placés dans une cage d'engraissement n'est pas limité par l'espace dont dispose chaque poisson, mais bien du taux d'oxygène dissous. Ce taux d'oxygène dissous peut être grandement augmenté par une bonne circulation de l'eau garantissant une forte densité de population.

8.4.3 Alimentation des poissons en cages

Dans la majorité des cas, l'alimentation artificielle constitue la principale source nutritive des poissons confinés en cages à des densités de peuplement relativement élevées. La meilleure présentation des aliments en cages est la forme de granulés. Ceux-ci peuvent être simples ou flottants. Dans ce dernier cas, la consommation et les pertes sont facilement contrôlables, mais la préparation requiert la cuisson à haute température, ce qui peut provoquer la destruction des vitamines C.

Aux Etats Unis les granulés les plus utilisés pour la tilapiaculture en cage sont des granulés flottants dosant 40% de protéines. En Côte d'Ivoire, c'est la distribution des granulés non flottants dosant 20% de protéines qui a permis d'obtenir le meilleur indice de consommation de 2,08 en élevage en cages d'*Oreochromis niloticus*. Ailleurs, il est préconisé des granulés dosant 20% à 30% de protéines dont une proportion importante d'origine animale pour *Oreochromis niloticus*.

D'une manière générale, la ration alimentaire journalière varie de 6 à 2% du poids vif suivant l'espèce piscicole, la qualité de l'aliment et les conditions d'élevage.

8.4.4 Croissance des poissons en cages

La croissance moyenne individuelle des poissons élevés en cages diminue :

- lorsque les conditions physico-chimiques d'environnement deviennent défavorables,
- lorsque les mailles des parois deviennent très petites (les algues bouchent les mailles)
- lorsque la densité de mise en charge est trop élevée ou a été faite avec des poissons trop hétérogènes...

Le taux de croissance diminue quand la biomasse des poissons augmente, au cours de l'élevage. La durée de l'élevage sera fonction de ce taux de croissance. La croissance moyenne augmente par contre avec la ration alimentaire. La durée de l'élevage d'*Oreochromis niloticus* en cages flottantes varie de 4 à 6 mois ou plus pour récolter des poissons de poids moyen = 250 à 500 g.

La récolte se fait à l'aide d'une épuisette. On peut récolter ainsi plus de 25 kg de poissons de plus de 250 g par m³ en 6 mois en cage. On note des GMQ de 1 à 3 g /individu /jour en lagune (milieu riche).

8.4.5 Entretien des cages

Il s'agit essentiellement de maintenir le treillis en filet ou en grillage propre et en bon état afin de réduire autant que possible les pertes en poissons et d'optimiser la production. L'entretien le plus important surtout en eau saumâtre consiste à nettoyer périodiquement les parois des cages car celles-ci peuvent devenir rapidement le support d'épaisses couches biologiques (algues, moules, débris végétaux, etc.) qui réduisent les vides dans les mailles, freinent les échanges d'eau et en même temps ceux d'oxygène dissous et influencent négativement la croissance des poissons dans les cages.

8.5 Exemple d'élevage en cages

Pour les cages ivoiriennes avec des filets tressés de maille de 14 mm, 6 flotteurs de 120 litres et 15 m³ sous eau par cage, la mise en charge est de 100 poissons mâles de 40 g /m³. On récolte 400 g de poissons à un Pmi de 275 g. Une pêche de contrôle a lieu par mois. La durée est de 6 mois et le GMQ est de

0,9 à 1,6 g /individu /j. Le Qn varie entre 1,3 et 1,7. Le taux de survie est de 60 à 95%. L'alimentation est composée de granulés de 2,5 et 4 mm de diamètre (4 mm après un Pmi de 150 g) dosant 30% de protéines brutes minimum, 9% de protéines animales, 4% minimum de matières grasses, pour un taux d'humidité inférieur à 12% en poids sec.

En milieu très salé, avec *Sarotherodon aureus* X *Oreochromis niloticus* ou *Sarotherodon melanotheron*, on note la ration suivante :

- 15 à 20 g : 6% de la biomasse en granulés de 2 mm ;
- 20 à 25 g : 5,5% ;
- 25 à 40 g : 5% ;
- 40 à 60g : 4,5% ;
- 60 à 80 : 4% ;
- ensuite, comme pour *Oreochromis niloticus*.

L'objectif est d'atteindre un Qn de 2,5 avec des granulés de 4 mm de diamètre après 150 g.

8.6 Avantages

Les avantages de la méthode de production des poissons en cages sont nombreux, principalement si l'on considère que cette méthode de production peut être utilisée sans aménagement spécial dans la plupart des pièces d'eau :

- la méthode est valable pour les étangs non vidangeables, lacs des barrages, lacs naturels, lagunes, cours d'eau et rias. Les investissements de départ sont considérablement réduits ;
- la souplesse d'exploitation est extrême, la récolte s'effectue en soulevant la cage ou le filet et permet une parfaite adaptation de la production à la commercialisation ;
- de très fortes densités de mise en charge combinées à une alimentation équilibrée et intensive en milieu restreint augmentent le taux de croissance et la production ;
- il y a une réduction de la durée d'élevage ;
- la reproduction intempestive des Tilapias est supprimée.

Mais bien que cette méthode présente de nombreux avantages, elle possède quelques inconvénients importants qui méritent d'être signalés :

- dépendance absolue d'une alimentation artificielle de haute qualité, bien équilibrée et qui coûte cher, ainsi que d'alevins ;
- augmentation des frais de main-d'œuvre pour le nourrissage et l'entretien des cages ;
- durée de vie des cages relativement courte à cause de la durée de vie des matériaux de construction en milieu aquatique ;
- augmentation de la possibilité de déficience du taux d'oxygène dissous ;
- augmentation des risques de vol.

Le bilan des fermes piscicoles d'élevage de poisson en cage semble cependant plus rentable que la pisciculture en étang, ceci étant dû au niveau de technologie supérieure qui entoure cet élevage qui touche plus à l'aquaculture.

En Afrique de l'Ouest, le pisciculteur qui veut utiliser cette technique doit tout préparer lui-même : cages, alevins et alimentation.

9. Pisciculture en enclos

9.1 Caractéristiques générales

L'enclos est constitué, la plupart du temps, par une barrière de bambou entourée d'un filet à petites mailles, qui dépasse largement le niveau du plan d'eau pour éviter les fuites de poissons en cas de variation du plan d'eau. Ce dispositif est généralement installé dans des baies peu profondes (1 à 2 m) à l'abri des vents violents ou en lagune. Les surfaces utilisées varient habituellement de 0,5 à 1 ha comme montré à la figure 9.1.

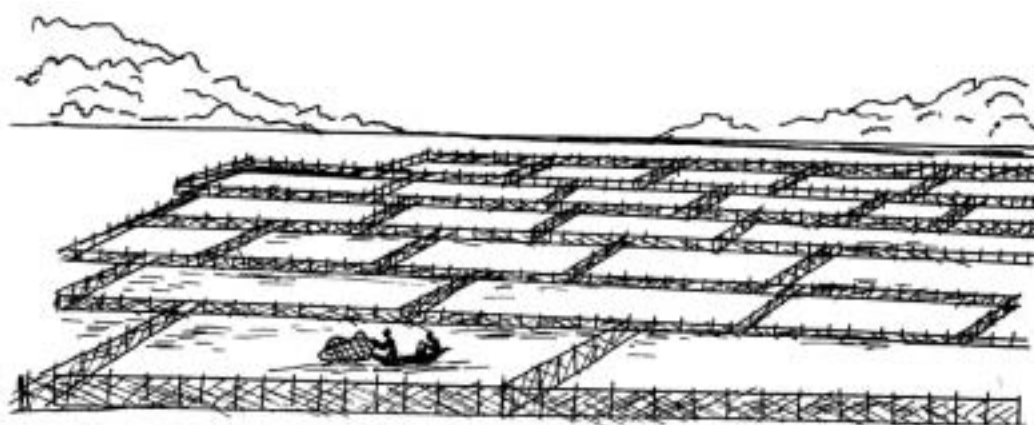


Figure 9.1 : Pisciculture en enclos

Les filets tendus entre les perches sont lestés de façon à éviter les fuites de poissons. Un type de lest économique est constitué par de petites boîtes de conserve dans lesquelles on a coulé du ciment et placé un crochet d'attache. On peut également remplacer le filet par un grillage plastifié, par des bandes renforcées de polyéthylène perforé ou du fil galvanisé et soudé.

9.2 Technique d'élevage

La pisciculture en enclos est généralement du type semi intensif, c'est-à-dire que souvent on n'utilise que la productivité naturelle de l'enclos, mais parfois, on tâche d'augmenter la production par un apport d'engrais d'aliments ou grâce à des *Acadjias* (cf. chapitre 10).

9.3 Application en Afrique

La pisciculture en enclos trouve en Afrique de nombreuses possibilités d'application, en particulier dans des milieux lagunaires peu profonds et très productifs. On peut également prévoir de mettre en valeur des plans d'eau

d'estuaire et éventuellement, des zones lacustres intérieures, ainsi que le bord de plans d'eau.

Il paraît indispensable, dans tous les cas de prévoir une phase expérimentale préalable à l'introduction de cette technique pour déterminer l'intérêt économique local de la méthode, les problèmes éventuels d'aménagement et d'entretien ainsi que les techniques d'élevage.

En milieu saumâtre ou éventuellement en eau douce, l'espèce la plus indiquée selon les connaissances actuelles, est le Mulet (*Mugil macrolepis*). Cette espèce se nourrit principalement d'algues et de petits crustacés. Les mulets se reproduisent en mer mais les alevins se développent dans les eaux côtières et lagunaires. On élève aussi des Tilapias en enclos, même en milieu saumâtre. Ils tolèrent des salinités de 15 à 20 g /l et plus lorsque l'augmentation du taux de salinité est progressive. Mais leur élevage en cage est plus aisé.

9.4 Construction des enclos

9.4.1 Choix du site

En aquaculture le milieu d'élevage idéal doit toujours rester bien oxygéné. Pour cela l'eau se trouvant à l'intérieur des enclos, aussi bien en surface qu'au niveau du fond doit être constamment et suffisamment riche en oxygène. C'est pour cela que le choix d'un fond de nature sableuse s'avère indispensable. La présence de fond sableux caractérise en général des endroits où le brassage de l'eau est important soit par des courants de marées, soit par des courants dus aux grandes crues des fleuves ou par une agitation sous l'effet du vent.

La profondeur de l'eau doit être voisine de 70 ou 90 cm. Le choix de cette faible profondeur présente des avantages au niveau du coût et de la facilité de construction des enclos. Avant d'envisager la construction des enclos, il est important de connaître la limite du domaine de variation du niveau de l'eau et plus particulièrement son niveau supérieur. Cette limite peut être atteinte lors des marées d'équinoxes (changement de position du soleil) dans les zones soumises à l'influence marine ou lors des grandes pluies annuelles dans les zones proches des embouchures des fleuves et des rivières.

9.4.2 Forme et orientation des enclos

En ce qui concerne la forme et l'orientation des enclos, il est capital de connaître :

- la direction générale des courants d'eau dominants ;
- la vitesse moyenne des courants dominants.

En fonction de ces données, l'orientation et la forme des enclos doivent être choisies telles qu'elles permettent d'avoir un rendement optimum en ce qui concerne la ventilation en eau du milieu d'élevage. La forme rectangulaire est la mieux indiquée pour les enclos :

- La longueur (L) étant perpendiculaire à la direction du courant principal ;
- La largeur (l) étant égale à la moitié ou au quart de L ;
- La surface (S) devant s'approcher de 4 à 8 ares.

Notons que la densité de mise en charge des enclos dépend du coefficient de renouvellement des eaux (coefficient lié aux courants dominants) et de la quantité d'oxygène disponible dans l'eau.

9.4.3 Technique de construction des enclos

Prenons l'exemple de l'élevage du *Mâchoiron* à Abidjan en Côte d'Ivoire. La clôture en filets de l'enclos délimite une petite portion de la lagune et sa construction comporte deux phases.

a) Phase de montage des filets

Pour être utilisée, une pièce de filet doit être montée, c'est-à-dire doit être suspendue généralement sur des cordes appelées *ralingues* comme indiqué à la figure 9.2. Le montage peut être fait de façon à ce que les mailles soient plus ou moins tendues donnant ainsi plus ou moins d'ampleur le long de la ralingue.

Il est préférable de fixer la nappe aux ralingues par l'intermédiaire d'*armements*. On fixe un fil sur la ralingue à des intervalles variables suivant la dimension des mailles de la nappe (10 à 25 cm). On laisse un certain mou au fil entre les ligatures de façon à ce qu'il forme un arceau dans lequel sont englobées plusieurs mailles de nappes, généralement de deux à six.

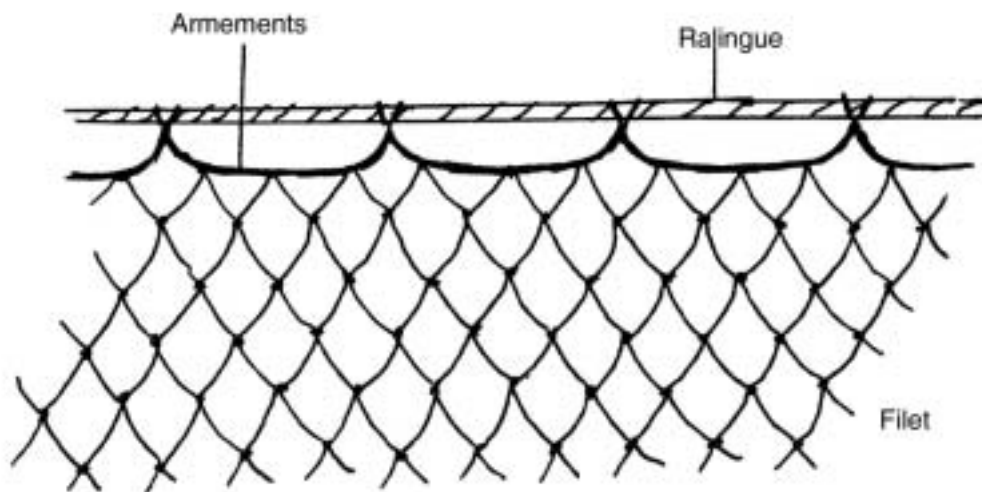


Figure 9.2 : Fixation de la nappe sur la ralingue par armements

Le montage du bord d'une nappe sur une corde jouant le rôle de *lisière* se fait par *transfilage* par nœud, comme indiqué à la figure 9.3.

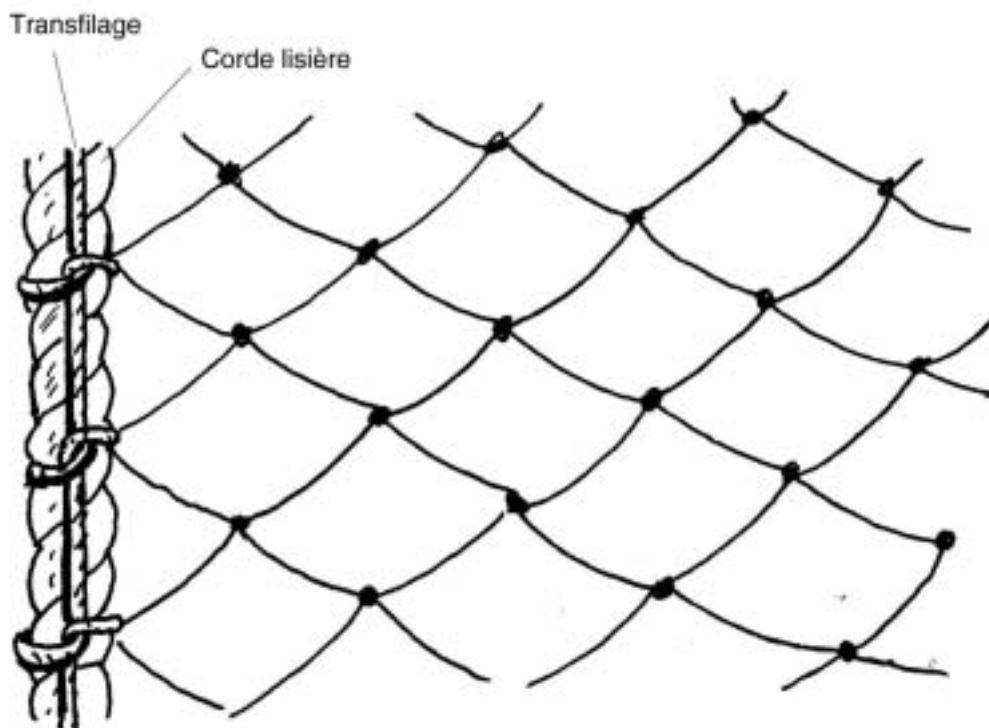


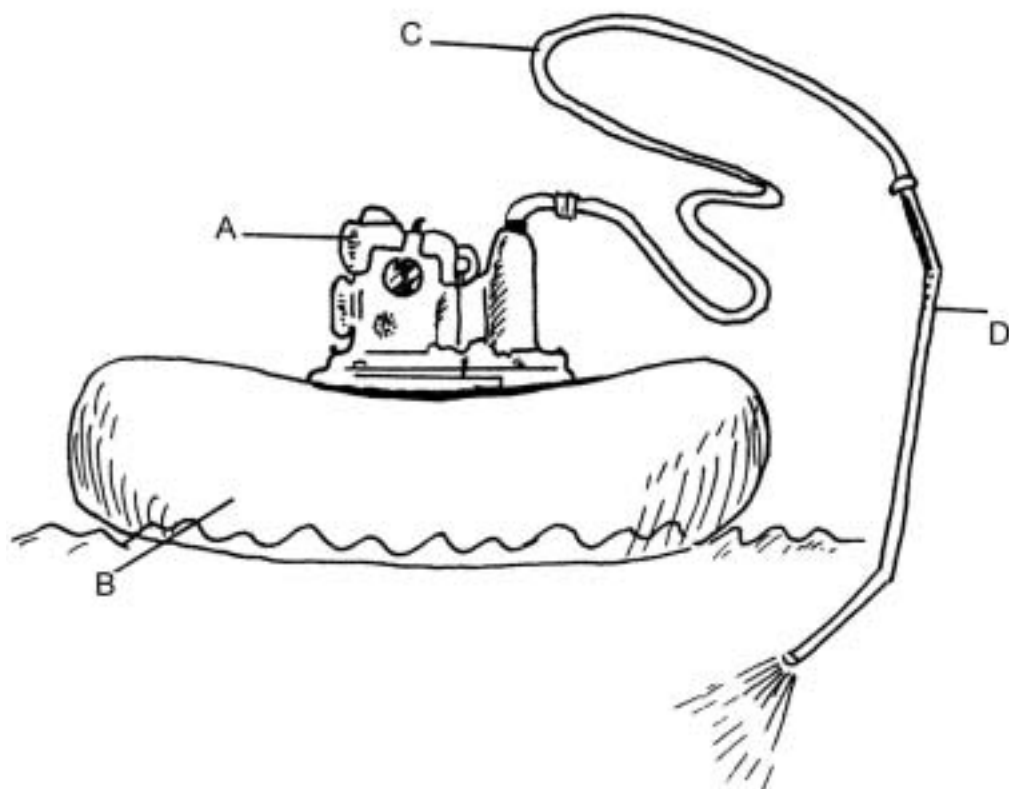
Figure 9.3 : Montage du bord d'une nappe de filet

Il faut préciser que :

- la ralingue inférieure doit être lestée ;
- le choix des dimensions des mailles dépend de la taille des poissons à élever.

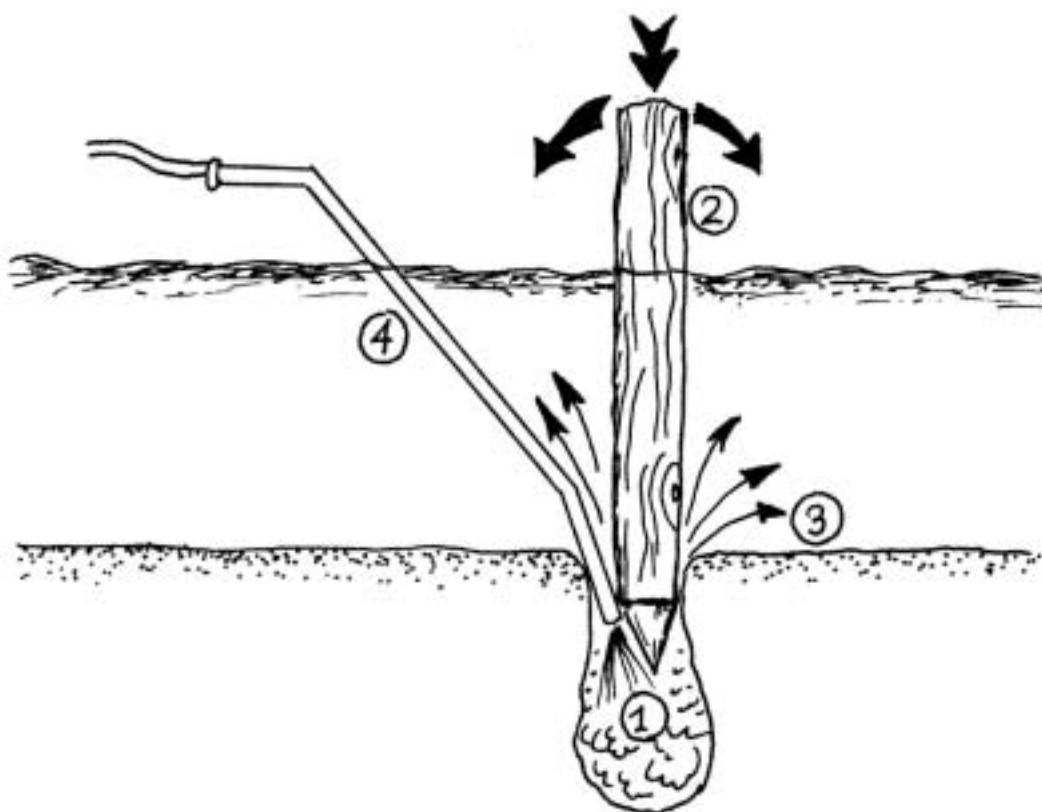
b) Phase de mise en place des piquets et des filets dans le sédiment

Les filets sont soutenus par des piquets en bois de 2 m de hauteur et d'environ 10 à 15 cm de diamètre. Ils sont traités au *carbonyl* (mélange de goudron et d'huile) pour éviter les attaques causées par les tarets (mollusques qui rongent le bois). La mise en place des filets et des piquets dans le sédiment est la phase la plus délicate et difficile. Mais grâce au principe de creusement par pression hydraulique, l'enfoncement des piquets et des filets se fait aisément. Cette pression est créée par l'intermédiaire d'un groupe motopompe et de son équipement spécial comme indiqué aux figures 9.4 et 9.5.



Légende : A) Motopompe ayant un débit de 15 à 20 m³ /h,
 B) Support flottant de la motopompe (chambre à air de tracteur),
 C) Tuyau flexible qui relie le tube à la motopompe,
 D) Tube en fer blanc qui sert à orienter le jet sous pression, avec un coude de 40 cm

Figure 9.4 : Equipement pour l'enfoncement des piquets et filets



Légende : 1) La pression de sortie creuse le sédiment sableux. Sous l'effet de son poids, le piquet 2) de 2 m de long et de 0,15 m de diamètre s'enfonce et prend la place du sédiment chassé 3). Le tube 4) de fer oriente le jet sous pression

Figure 9.5 : Technique d'enfoncement des piquets de support de filets par pression hydraulique (système des pieux FRANKI)

La durée de vie d'un enclos dépend spécialement de celle des matériaux utilisés pour sa construction et plus particulièrement de celle du filet. A titre d'exemple : un filet 210 /48 dure 6 ans et un piquet traité avec du carbonyl dure 2 ans.

On note que la distance entre deux piquets en béton est de 4 m et celle de deux piquets en bois est de 2 m.

10. Acadjas

Le mot *Acadja* vient du Bénin où il désigne un système de pisciculture très particulier dans les lagunes du sud du pays. Les pisciculteurs plantent dans le sol au fond de l'eau des branches avec leurs feuilles séchées qu'ils achètent et transportent par camion ou camionnettes puis par pirogue jusqu'au lieu de pisciculture, dans des lagune d'environ un mètre de profondeur. Les branchages sont plantés densément. La décomposition des feuilles permet au plancton surtout composé d'algues de se développer rapidement. Ce plancton attire les poissons qui s'en nourrissent. Les branchages servent aussi de protection aux poissons qui se cachent entre les tiges. On laisse ainsi les branchages se décomposer pendant 6 mois ou plus. Lorsque le jour de pêche est décidé, on ceinture la parcelle avec un filet, on enlève les branches et on récolte le poisson. Les rendements de 10 T /h /an ne sont pas rares, alors que sans acadja, on aurait obtenu difficilement la moitié. Le système est rentable et une organisation s'est développée autour de cette activité économique. Les services nationaux de recherche suivent les acadjas avec beaucoup d'attention.

De ce système, la recherche a tiré profit en installant dans des enclos puis dans des étangs de pisciculture des tiges de bambou (non vivantes) plantées dans le fond des étangs, comme montré à la figure 10.1.

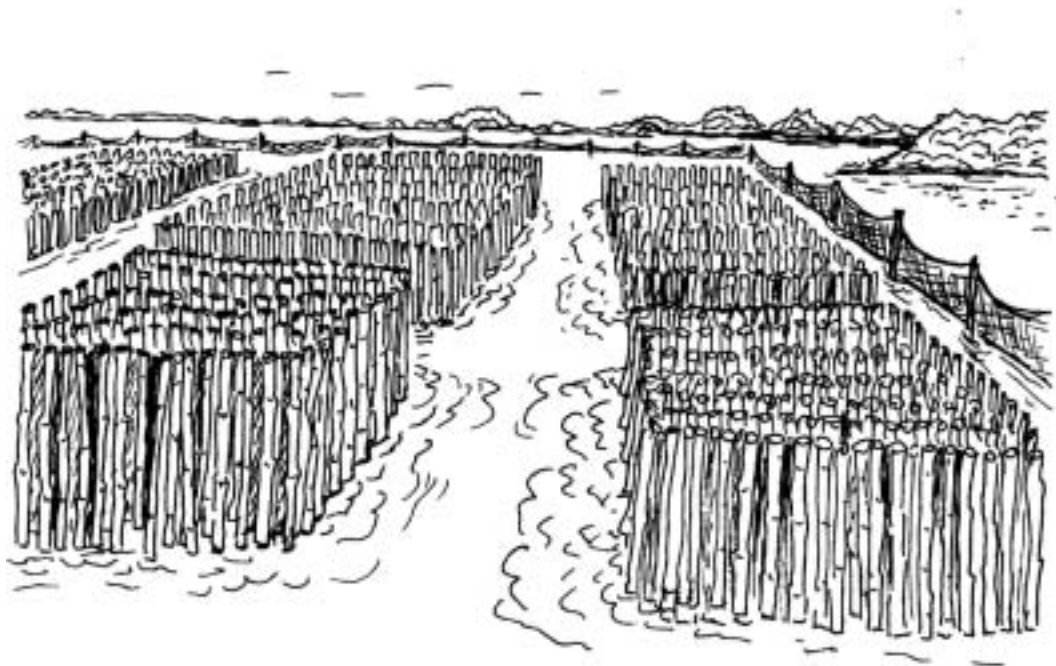


Figure 10.1 : Acadjas

Ces tiges de bambous remplacent les branchages utilisés au Bénin. Sur ces bambous, se développe du plancton dans les 10 cm d'eau supérieurs. Les tiges de bambou doivent dépasser le niveau de l'eau. Les poissons microphages du type *Sarotherodon melanotheron* et *Oreochromis niloticus* grattent avec leurs dents les tiges de bambou pour manger le plancton. Ils laissent les traces visibles de leurs dents sur les tiges de bambou.

Une tige de bambou de 5 à 10 cm de diamètre est plantée tous les 25 à 30 cm de distance. Cela représente un gros travail. En lagune, il est possible d'obtenir un bénéfice supplémentaire (lié uniquement à la présence des tiges de bambous) de 7 tonnes /ha /an de *Sarotherodon melanotheron* introduits à la densité de 10 / m² et pesant 250 à 300 g après un an d'élevage sans alimentation supplémentaire.

La pêche s'effectue par retrait total ou partiel (50 ou 60 %) des tiges de bambou. Ce retrait de bambous permet de canaliser les poissons vers un point de pêche en frappant l'eau avec des bâtons. Ces poissons sont par la suite capturés à la senne. En étang, on peut s'attendre à un bénéfice supplémentaire (par rapport au même étang mais sans acadjas) de 2 t /ha /an avec des tiges bambous espacés de 50 cm. Le coût se situant uniquement au niveau de la main d'œuvre, ce système serait à généraliser en faible profondeur.

11. Rizipisciculture

11.1 Caractéristiques générales

La rizipisciculture est une technique piscicole complémentaire de la culture du riz irrigué en casiers. Ces derniers constituent en fait des plans d'eau temporaires, peu profonds, dont le niveau fluctue en fonction des pratiques culturales du riz. L'élevage du poisson en rizipisciculture a des caractéristiques générales propres :

- une durée d'exploitation assez courte (quelques mois) ;
- des conditions de milieu sévères au point de vue température des eaux et oxygénation, mais relativement favorables du point de vue de la nutrition.

Comme le travail de génie rural est déjà fait pour la rizière, les frais d'investissement nécessaires pour la pisciculture sont minimes et bien que les rendements obtenus soient assez peu élevés, cette technique est assez largement répandue en Asie du Sud-est et à Madagascar (cf. figure 11.1).

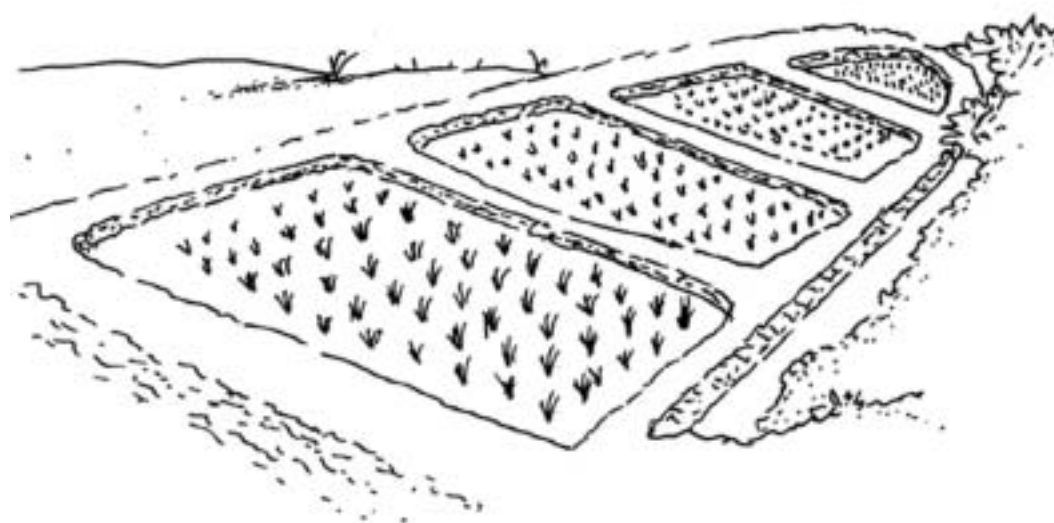
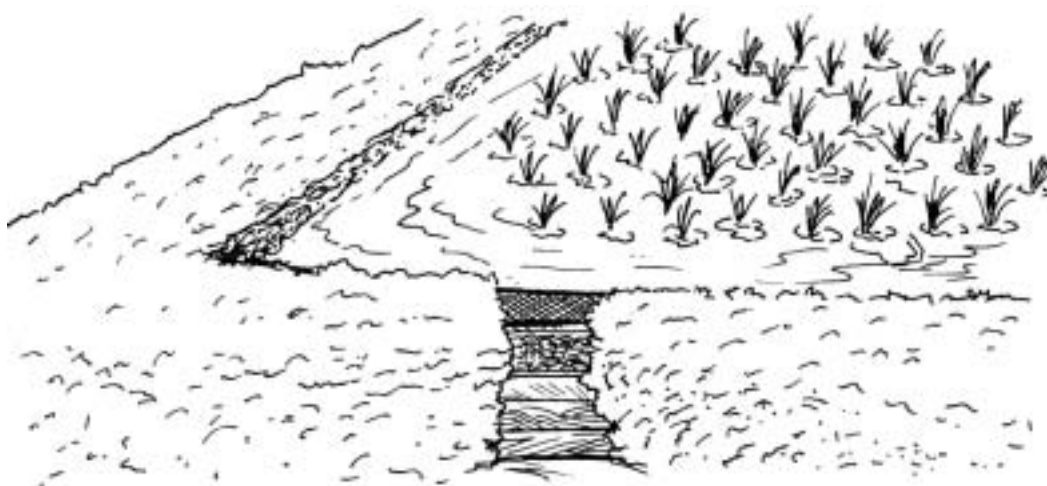


Figure 11.1 : Casiers aménagés pour la rizipisciculture

11.2 Préparation des casiers de rizipisciculture

La première opération est le contrôle et l'amélioration éventuelle des diguettes qui doivent avoir une étanchéité suffisante. Leur hauteur optimale est de 50 cm (avec un minimum de 25 cm). Chaque rizière doit être munie d'un dispositif d'alimentation et de contrôle d'eau également de vidange fonctionnant éventuellement comme le trop-plein comme montré à la figure 11.2.



Légende : au centre : digue percée et refermée par des planches avec de argile entre les planches pour l'étanchéité. A gauche : trou refuge à poissons dans le coin, plus profond et sans riz.

Figure 11.2 : Dispositif de trop plein et vidange des casiers rizicoles.

L'alimentation se fait généralement par un tuyau en bambou ou en rônier enterré dans la partie supérieure de la diguette et protégé par un grillage à mailles de 1 à 2 cm. Elle peut également se faire par le système de *digue percée* qui consiste en une goulotte munie de grilles et de planchettes, creusée dans la partie supérieure de la digue amont. Ce même dispositif installé sur toute la hauteur de la digue aval convient comme trop-plein et système de vidange.

La seconde opération essentielle est l'aménagement dans le fond du bassin, des drains et trous refuges permettant aux poissons de supporter des assecs temporaires ou des variations trop importantes de température. Le drain périphérique ou transversal pour des casiers de quelques ares, comme montré à la figure 11.3, est un fossé large de 20 à 30 cm et profond de 30 à 40 cm. Mais il peut avoir une largeur de 1 m à 1,50 m et sa profondeur peut aller jusqu'à 90 cm pour les grandes rizières.

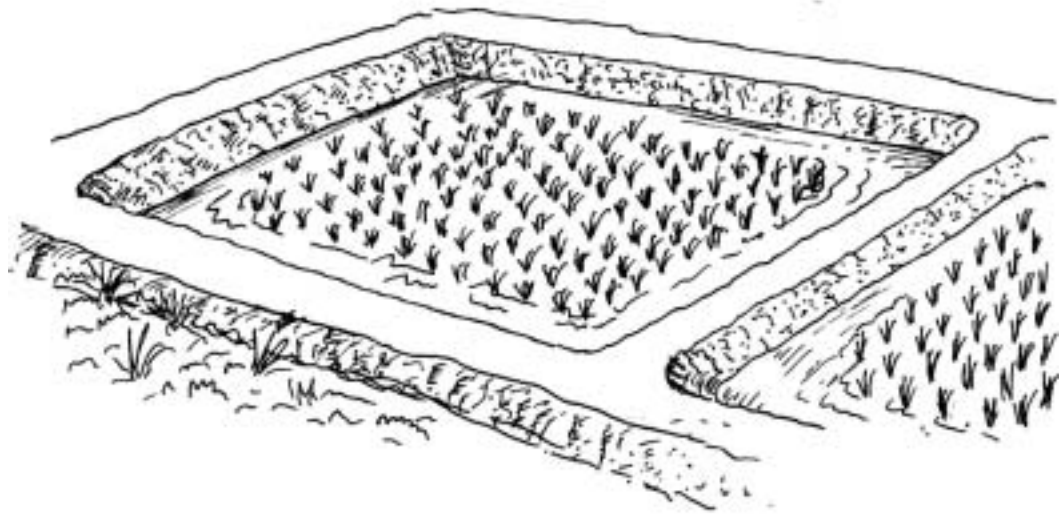


Figure 11.3 : Fossés périphériques aménagés autour des casiers de riz.

Dans les petites rizières, on se contente d'un trou refuge installé dans la partie la plus basse de la rizière et en communication avec le drain ; il a généralement entre 50 et 80 cm de diamètre et 80 cm de profondeur. Pour les grandes rizières les trous refuges peuvent avoir une surface de plusieurs mètres carrés, leur profondeur est toujours égale ou supérieure à celle des drains.

11.3 Espèces de poissons en rizières

Les espèces à élever en rizière doivent s'adapter aux conditions suivantes :

- s'accommoder d'une eau peu profonde ;
- tolérer une température élevée et une faible oxygénation de l'eau ;
- avoir une croissance suffisamment rapide pour atteindre une taille marchande en un laps de temps assez court ;
- supporter une turbidité parfois élevée de l'eau.

Pour l'Afrique et l'Amérique, les espèces répondant le mieux aux conditions biologiques de développement dans les rizières sont principalement les Tilapias. On pourra vraisemblablement y ajouter des siluriformes lorsque leur élevage en pisciculture sera au point. On retiendra surtout :

- *Sarotherodon melanotheron*
- *Clarias gariepinus* (attention aux dégâts occasionnés au riz)
- *Parachanna obscura*
- *Oreochromis niloticus*

- *Tilapia zillii* et *Tilapia guineensis* (attention aux dégâts occasionnés au riz)

11.4 Technique en rizipisciculture

11.4.1 Epoque et densité d'élevage

Huit jours après le repiquage de riz, alors que les plantules sont bien enracinées, la lame d'eau de 5 cm et l'eau est devenue verdâtre par l'action des engrais. La hauteur peut être augmentée. On effectue alors le déversement des alevins dans les conditions suivantes :

- Le milieu est enrichi par des engrais et la distribution de nourriture commence. Pour les Tilapias, des alevins de 5 g sont déversés à raison de 25 à 40 poissons à l'are. A la récolte, le poids moyen varie de 40 à 75 g ;
- En milieu non enrichi par des engrais, on réduit l'empoisonnement de moitié.

Les valeurs données ci-dessus ne constituent que des moyennes, l'usage permet d'adapter les taux de mise en charge en fonction des conditions de production de chaque rizière. Il est par ailleurs intéressant, pour exploiter au maximum la nourriture disponible, de faire des élevages en mélangeant les espèces de poissons.

11.4.2 Traitements cultureux et entretien

Au fur et à mesure de la croissance du riz, le paysan augmente la hauteur d'eau dans la rizière, pour atteindre progressivement 15 à 20 cm, ce qui est suffisant pour permettre aux poissons de circuler sur toute la surface du casier. Différentes pratiques culturelles peuvent être appliquées durant la période de culture. Leur incidence sur l'élevage des poissons peut être réduite moyennant quelques précautions. Les principales opérations culturelles sont les suivantes :

- sarclage : cette pratique rend généralement les eaux boueuses, sans grand inconvénient pour les poissons qui, devant le mouvement sur la plate-forme, se réfugient dans le drain et le trou refuge ;
- application d'engrais : un mois et demi après le repiquage, on répand un engrais azoté, lors d'un assec de quelques heures. Cette opération culturelle utilisant des doses de 300 à 400 kg /ha de sulfate d'ammoniaque, ne présente pas de danger pour les poissons réfugiés dans les drains ou les trous.
- traitement par produits phytosanitaires : le riz peut être sujet à des infections diverses, notamment à des attaques de *Borer*, qui est éliminé par un traitement au Lindane. Ce produit toxique pour les poissons ne cause pratiquement aucun dégât à la population piscicole, à la condition de n'épandre

l'insecticide que sur la plate-forme repiquée, lors d'une mise à sec. La dose utilisée est de 0,5 kg /are de Lindane granulé à 6%. Après le traitement, on remonte ensuite progressivement le niveau d'eau pour atteindre rapidement 15 à 20 cm de hauteur.

11.5 Récolte du riz et du poisson

11.5.1 Mode de récolte

En général, on draine la rizière un ou deux jours avant la récolte du riz. La mise à sec doit être lente pour permettre aux poissons de se regrouper dans les drains ou le trou refuge. Aussitôt que toute l'eau s'est retirée des plates-formes, on récolte le poisson avec des épuisettes. Si l'on décide de poursuivre un élevage complémentaire, il est indispensable d'avoir, à proximité des rizières, un ou plusieurs bassins de stockage.

11.5.2 Production piscicole en rizière

Les résultats obtenus dépendent principalement :

- de l'espèce utilisée ;
- de la hauteur d'eau maintenue pendant la culture ;
- de la fertilité des sols et de l'eau ;
- du type d'exploitation adopté ;
- des soins apportés au développement de la population piscicole (fertilisation de l'eau alimentation artificielle, lutte contre les prédateurs).

La production peut être assez variable, mais, dans l'ensemble, elle se situe à un niveau assez bas : 1 à 4 kg /are par cycle de culture. Si on donne au poisson une alimentation artificielle, méthode qui est couramment utilisée au Japon, on peut atteindre des productions de 10 à 20 kg /are (1 à 2 T /ha /an).

11.6 Contrôle biologique

Il s'agit du contrôle biologique des plantes adventices, des mollusques et des larves de moustiques dans le champ de riz irrigué. Dans une culture simultanée riz et poisson, trois aspects sanitaires de l'opération peuvent être résolus plus ou moins complètement suivant les techniques décrites ci-dessous.

11.6.1 Contrôle des algues en rizière

Il est bien connu que le contrôle des herbes aquatiques est un problème important dans la culture du riz en raison de la concurrence que ces plantes adventices font au riz. La production peut s'en trouver sensiblement réduite. Indépen-

damment des traitements mécaniques et chimiques dont l'efficacité n'est pas toujours absolue, on peut obtenir une élimination des algues et de la plupart des herbes aquatiques en utilisant en rizipisciculture des poissons herbivores tels que *Tilapia* ou des poissons microphytophages tels que *Tilapia mossambica* en Asie et en Afrique. L'introduction de ces poissons demande cependant quelques précautions et il faut attendre que les pousses du riz se durcissent quelque peu avant de les introduire, ce qui nécessite un laps de temps de trois semaines environ après la plantation.

11.6.2 Contrôle des mollusques

Depuis plusieurs années, la bilharziose, dont le cycle biologique passe par certains mollusques aquatiques, s'est largement développée dans les régions de cultures irriguées. L'élimination des mollusques par des poissons malacophages⁽¹⁴⁾ peut être considérée comme une bonne méthode de lutte contre la bilharziose. Beaucoup de produits chimiques sont également employés, mais la plupart affectent les poissons.

En Afrique, les espèces suivantes sont reconnues malacophages : *Chrysichthys sp.*, *Clarias gariepinus*, *Protopterus sp.*, plusieurs espèces de *Synodontis*, etc. Hors du cycle végétatif du riz, l'élevage des canards est également très efficace pour l'élimination des mollusques.

11.6.3 Contrôle des larves de moustiques

Les rizières inondées comme tout milieu aquatique, constituent un milieu de développement des larves d'anophèles. Compte tenu de la résistance accrue des larves aux divers traitements insecticides, l'élimination des larves par une population de poissons apparaît comme une méthode des plus efficaces pour le contrôle du développement des moustiques. Dans les étangs où la végétation supérieure est éliminée, on ne trouve pratiquement pas de larves d'anophèles. Dans les rizières, la présence de tiges de riz qui constituent des abris pour les larves, rend ce contrôle plus difficile et moins complet.

11.7 Autres méthodes riz - poisson

11.7.1 Capture en rizières de poissons sauvages

Dans ce système, aucun empoisonnement sélectif n'est réalisé ; les poissons des rivières environnantes s'introduisent dans les rizières par les canaux

¹⁴ Qui mangent des mollusques.

d'irrigation. Cette technique simple est largement répandue en Indonésie. Elle peut être améliorée par un empoissonnement complémentaire. Le seul aménagement qu'elle requiert consiste à faciliter l'accès des poissons sauvages dans les canaux d'amenée d'eau, les casiers servant de piège pour les poissons qui s'y introduisent. Les rendements sont très variables mais parfois très élevés.

11.7.2 Exploitation rotative poissons - riz

Après la récolte du riz, le casier est utilisé comme bassin de production. Cette méthode simplifie beaucoup la technique de rizipisciculture combinée. Elle a l'avantage de présenter les conditions optimales pour chaque type d'exploitation, notamment parce qu'elle permet de monter le niveau de l'eau dans le casier pour y pratiquer la pisciculture. Il faut bien entendu, ce qui constitue généralement le problème principal, que l'approvisionnement en eau soit suffisant toute l'année ou du moins la plus grande partie de l'année. Cette pratique se rapproche de la culture intercalaire en étangs. Il ne s'agit pas à proprement parler de rizipisciculture.

11.8 Avantages et inconvénients

Pour réussir l'élevage du poisson en rizière, certaines conditions sont nécessaires parmi lesquelles il faut mentionner un apport régulier et suffisant d'eau, le choix d'espèces bien adaptées, l'habileté professionnelle des cultivateurs et l'exercice d'un marché permettant d'absorber la production. Ces conditions étant remplies, l'une ou l'autre forme de culture associée ou séparée peut être recommandée.

11.8.1 Avantages de la rizipisciculture

Il est intéressant de cultiver simultanément du riz et des poissons du fait que l'utilisation du milieu est plus complète. Les dépenses de sarclage sont réduites et peuvent être éliminées par utilisation de poissons herbivores. Le développement de larves de moustiques et de mollusques peut être réduit dans une large mesure de façon permanente. En outre, cette technique apporte aux cultivateurs et aux populations locales des protéines animales peu coûteuses et un revenu complémentaire non négligeable. On observe également que l'élevage du poisson a un effet favorable sur la production du riz dont la quantité peut être augmentée de 5 à 15% : ce fait résulte principalement d'une fertilisation supplémentaire provenant des déjections des poissons, de l'effet d'une alimentation artifi-

cielle, d'un meilleur tallage des plants, d'une réduction des insectes nuisibles et d'une meilleure aération du sol.

11.8.2 Inconvénients de la rizipisciculture

Elle demande une plus grande quantité d'eau que la riziculture classique ; en outre, les diguettes doivent être surélevées et parfois étendues. Les variétés de riz doivent tolérer une nappe d'eau plus importante ce qui diminue un peu la température.

Si l'on ne prend pas de précautions suffisantes, les poissons peuvent causer quelques dégâts, en déracinant les jeunes plantules de riz ou en les mangeant. Un certain pourcentage de la surface irrigable est perdu pour le riz par la construction de drains et trous refuges. Dans certains cas, l'apparition d'infection virale demande un assèchement de plusieurs jours des casiers rizicoles, ce qui nécessite parfois une récolte anticipée ou des transferts de poissons. On peut, dans la plupart des cas, trouver une solution aux problèmes précédents, mais la question la plus délicate concerne les perspectives de développement futur de la technique de rizipisciculture dans les régions où la culture du riz fait l'objet d'une mécanisation intensive avec une utilisation massive d'engrais, d'herbicides et d'insecticides. La plupart de ceux-ci sont toxiques pour les poissons, même en faible quantité. Leurs effets sur l'environnement aquatique, qui peut aller en s'accumulant, n'ont pas toujours été pleinement appréciés par les utilisateurs. Il est donc difficile de prévoir si ces techniques seront étendues et, de ce fait, on peut s'interroger sur l'avenir de la rizipisciculture.

11.8.3 Futur

Suivant l'expérience acquise en Asie et à Madagascar, la rizipisciculture ne semble pas devoir être développée avant que la population locale ait acquis une certaine expérience dans la culture du riz et des pratiques d'irrigation. La technique de l'admission de poissons sauvages dans les casiers semble être une bonne approche, par laquelle les techniques d'élevage piscicole peuvent être graduellement assimilées. En Afrique, les conditions locales devraient permettre, avec des aménagements appropriés, une production satisfaisante de poissons dans les rizières. Ces aménagements ne représentent pas un travail considérable et cette technique pourra être recommandée auprès des cultivateurs expérimentés. En attendant, quelques recherches peuvent être effectuées en station en s'intéressant particulièrement aux espèces de poissons susceptibles de

s'adapter aux conditions du milieu rizicole. Un accroissement des rendements en poisson de la rizipisciculture pourrait en augmenter sensiblement l'intérêt.

12. Maladies des poissons

12.1 Vaccination des poissons

L'habitude en médecine humaine est de pratiquer des vaccinations contre différentes maladies, comme la variole, la fièvre jaune, le tétanos, le typhus, etc. La plupart du temps, il s'agit d'une ou plusieurs piqûres à l'aide d'une seringue. Cette méthode est aussi pratiquée sur les poissons en station expérimentale (piqûre sous la langue), mais elle est limitée aux poissons d'une certaine taille, laissant ainsi sans défense les alevins et les jeunes qui sont pourtant les plus sensibles aux épidémies. De plus, on ne peut pas généraliser cette méthode aux millions de poissons d'élevage.

La solution retenue est donc le choc osmotique. Cette méthode permet d'immuniser un grand nombre de poissons à la fois, quelle que soit leur taille. Elle se décompose en deux phases :

- On commence par immerger pendant deux minutes les alevins dans un bassin contenant une solution d'eau salée (5 pour mille). On suppose que, sous l'effet de la différence de pression osmotique ainsi créée, les poissons se déshydratent légèrement.
- En deuxième lieu, on remet les alevins dans un bassin d'eau douce contenant le vaccin. Les poissons absorbant l'eau et le vaccin avec.

On vaccine ainsi en Amérique et en Europe les saumons, truites et brochets d'élevage ou sauvages contre plusieurs maladies bactériennes et virales. Cette technique n'est pas employée en milieu rural car elle nécessite une connaissance scientifique approfondie.

12.2 Pathologie et thérapie

Vous trouverez ci-après trois tableaux :

- Symptômes et agent pathogène correspondant.
- Agent pathogène et thérapie correspondante.
- Thérapie et posologie correspondante.

On commence par déterminer le ou les symptômes dans la partie gauche du premier tableau. A droite, des chiffres vous envoient à la partie gauche du deuxième tableau indiquant la maladie. Dans le tableau de la maladie, la co-

lonne de gauche vous renvoie dans la partie droite au troisième tableau des médicaments qui vous donne la posologie.

12.2.1 Symptômes

Tableau 12.1 : Symptômes et agent pathogène correspondant (deux pages).

Anomalies morphologiques	Agent (voir 12.2. 2)
Malformations du squelette	II, VI(14-15-18)
Gros ventre	III, VI, (1), VI (16+)
Ventre creux	II, V, VI(16+)
Bouche bloquée	IV(2b), VI(3)
Certaines parties du corps bloquées	VI(2-17)
Nageoires : déchirures dégénérescence	VI (4),III, IV, VI(8+)
Nageoires : idem + hémorragies (Figure 12.1)	VI(8-)
Ecailles soulevées	III, IV (2b)
Goîtres	VI (3)
<i>Troubles oculaires :</i>	
Exophtalmie (yeux exorbités)	II, IV(2b), V(1)
Œil vitreux	II, V(1)
Perte de l'œil	VI(4-5)
Troubles branchiaux	
Dégénérescence	VI(5-8-9)
Points blancs	IV(1), IV(3b)
Aspect blanchâtre	IV(3a), IV(3c), IV(3d)
<i>Troubles des organes internes :</i>	
Taches sombres sur foie, rein, cœur, rate, etc.	IV(2b)
Dégénérescence du foie	III
Nodosités blanchâtres sur foie, intestin	II
Inflammations de l'intestin	V, VI (16-)
Anémie (branchies et sang pâle)	V, III
<i>Troubles cutanés :</i>	
Ecailles cotonneuses (mousse)	IV (2a)
Mousse aux lèvres	IV(2b), VI(7-)
Points blancs, bleuâtres diffus (bleu)	IV(3a, c, d), IV(4d)
Points blancs granuleux nets	IV(3b-3e)

Anomalies morphologiques Suite	Agent (voir 12.2. 2) Suite
Taches rougeâtres	IV(6d)
Tumeurs blanchâtres (épithéliomes)	VII
Tumeurs noirâtres (mélanomes)	VII
Points gris jaunâtres	IV(1)
Nodosités en grappes	I
Ecaillures (écailles qui tombent)	II
Écailles soulevées	III
Abcès sanguinolents	II, III, IV(2b)
<i>Troubles du comportement :</i>	
Forte agitation	VI(6), VI(8), VI(10)
Les poissons se grattent	IV
Les poissons pipent l'air en surface	VI(6-7-10)
Les poissons sont amorphes (bougent peu, restent sur le fond)	VI(7-10)
Nage anormale, mouvement natatoires non coordonnés (tournis)	IV(2b)
<i>Hôtes indésirables, déséquilibre de l'aquarium :</i>	
Hydres	VI(11)
Planaires	VI(12)
Eau chlorée	VI (5)
Algue	VI(13)

12.2.2 Agents pathogènes, diagnostic

Tableau 12.2 : Agents pathogènes et thérapies correspondantes (deux pages).

Agents pathogènes	Thérapie (voir 12.2.3)
I - Virus (<i>Lymphocystis</i>)	1
II - Actinomycétales (<i>Mycobacterium</i>) Tuberculose	1
III - Bactéries (<i>Pseudomonas</i>) (hydropisie) (Figure 12.2).	2 – 3
IV - Ectoparasites (externes)	
IV.1.a) Phytoflagellés (eau de mer)	14-15
IV.1.b) Phytoflagellés (eau douce)	2-5-11-12-14-15
IV.2) Mycoses (champignons)	
IV.2.a) <i>Saprolenia</i> Figure 12.3 et 12.4	3-4-5-6-7-9-11-12-13-14-15
IV.2.b) <i>Ichthyosporidium</i>	10-11-12-14-15
IV.3) Protozoaires Figure 12.5	
IV.3.a) Flagellées (<i>Costia</i>) Figure 12.5	4-5-6-8-9-11-12-14-15-16
IV.3.b) Ciliés (<i>Ichthyophthirius</i>) Figure 12.5	2-4-5-11-12-14-15-16
IV.3.c) Ciliés (<i>Chilodonella</i>)	4-5-6-9-11-12-13-14-15-16
IV.3.d) Ciliés (<i>Trichodina</i>)	5-6-8-9-11-12-13-14-15
IV.3.e) Ciliés (<i>Cryptocaryon</i>)	14
IV.4) Trématodes (vers) Figure 12.6, 12.7, 12.8	
IV.4.a) <i>Dactylogyrus</i> Figure 12.9, 12.10	5-8-11-12-13-14-15
IV.4.b) <i>Monocoelium</i>	5-10-11-12-14-15
IV.4.c) <i>Diplozoon</i>	5-11-12-14-15
IV.4.d) <i>Gyrodactylus</i>	5-11-12-13-14-15
IV.5) Hirudinées (sangues)	5-11-12-14-15
IV.6) Crustacés Figure 12.11, 12.12	5-11-12-14-15-17
V- Endoparasites (internes) Figure 12.13 - 12.16	
V.1) Trématodes	1 – Limnées

Agents pathogènes Suite	Thérapie (voir 12.2.3) Suite
V.2) Cestodes Figure 12.13, 12.14	
V.2.a) <i>Caryophyllaeus</i>	Tubifex
V.2.b) <i>Ligula</i>	Copépodes
V.2.c) <i>Schistocephalus</i>	Copépodes
V.2.d) <i>Dibothriocephalus</i>	Copépodes
V.2.e) <i>Triaenophorus</i>	Copépodes
V.3) Nématodes Figure 12.15, 12.16	15
VI- <i>Maladie non parasitaire</i>	
VI.1) Constipations	19
VI.2) Paralysie	1
VI.3) Hyper croissance thyroïdienne	28
VI.4) Blessures	20
VI.5) Chlore	21-24
VI.6) Oxygène : excès ou insuffisance	24
VI.7) Température : excès ou insuffisance	24
VI.8) pH alcalin ou acide et qualité de l'eau	24
VI.9) Calcaire : excès ou insuffisance	24
VI.10) Empoisonnement	24
VI.11) Hydres	14-18
VI.12) Planaires	25
VI.13.a) Algues Bleues	26-27
VI.13.b) Algues Vertes	25-26
VI.13.c) Algues Brunes	24-26
VI.14) Rachitisme	22-23
VI.15) Malformations héréditaires	1
VI.16) Nourriture : excès ou insuffisance	22-23
VI.17) Frayeurs	Séparation
VI.18) Avitaminoses	22-23
VII - Tumeurs Figure 12.17, 12.18	1

12.2.3 Thérapie et posologie

Tableau 12.3 : Thérapies et posologies correspondantes. Les N° de la première colonne se rapportent au tableau 12.2.

N°	Thérapie	Agents	Posologie	Remarques
1	Néant	1,2,5	Néant	
2	Kanamycine	III, IV	5 à 20 mg /litre	Changer l'eau après 24 heures
2	Péniciline	IV (1)	40.000 U.I./100 litres	Bains de 30 sec.
2	Streptomycine	III	1 à 2 mg injection	
2	Chloromycétine	III	50 mg /litre	Bains prolongés
2	Auréomycine	IV (3b)	13 mg /litre	Bains prolongés
3	Sulfatiazine	III	100 à 250 mg /litre	Bains prolongés
3	Sulfanilamide	III,IV (2)	100 à 250 mg /litre	Bains prolongés
3	Sulfamérazine sodique	III, IV (2)	50 mg /litre	Bains prolongés
4	Aquarol	IV (2), IV (3abc)	2 grammes /25 litres	Bains prolongés renouveler 3 fois à 3 jours d'intervalle
5	Atébrine	IV (1à6)	1 gr /100 litres	Bains prolongés
6	Bleu de méthylène	IV (2a) IV (3acd)	3 cc d'une solution 1% /100 litres	Bain pendant 3 à 5 jours
7	Collargol	IV (2a)	0,1 mg /litre pendant 20 minutes	Ne pas traiter dans l'aquarium
8	Formol	IV (3ad) IV (4ad)	20 à 25 cc /100 litres	Bains de 30 minutes
9	Permanganate de potassium	IV (2a, 3acd,6d)	1 gr /litre 1 gr /10 litres	Pdt 30 - 45 sec Pendant 5 - 10 mn
10	Phénoxéthol	IV (2b)	50 cc /litre d'une solution à 1 cc /litre	Bain 2 jours
11	Quinine (sulfate ou chlorydrate)	IV (1 à 6)	1gr /100 litres	Bains 1 à 2 jours
12	Rivanol	IV (1 à 6)	1 gr /500 litres	Bains prolongés
13	Sel de cuisine	IV (2a,3cd)	10 à 15 gr /litre	Bain 20 minutes
14	Sulfate cuivre ou de zinc	IV (1 à 6)	10 cc /100 litres.d'une solution à 16 g /litre	

N°	Thérapie	Agents	Posologie	Remarques
15	Tryplaflavine (gonacrine)	IV (1 à 6)	1 gr /100 litres	Bains prolongés
16	Vert malachite	IV (3abc)	0,15 mg /litre	Préparer juste avant l'emploi
17	D.D.T.	IV (6a,b,c,d)	Solution de 10 à 100 M	
18	Nitrate d'ammonium	VI (11)	0,5 à 1 gr pour 10 litres	Tous les 2 jours
19	Huile de Ricin	VI (1)		Lavement ou injection forcée
20	Mercurochrome	VI (4)	Solution 2%	Badigeonnage et ajouter quelques gouttes dans aquarium
21	Thiosulfate de sodium	VI (5)	1 g par litre	
22	Vitamines	VI (14, 16,18)	Hydrosolubles	Varier nourriture
23	Nourriture	VI (14,16,18)	Soigner et varier au maximum	Nourrir souvent et peu à la fois
24	Eau	VI (5 à 9) 10, 13	Renouveler assez souvent, laisser reposer et aérer avant usage. Surveiller régulièrement pH, Th et température. Acidifier contre algues brunes.	
25	Prédateurs ou ap-pâts poissons mangeurs d'algues	VI (12), VI (13b)	Trichogaster, Macro-podes, Appâts	Les laisser jeûner
26	Eclairement	VI (13)	Diminuer	Quand algues bleues, pH & Th élevés
26	Eclairement	VI (13)	Augmenter	Quand algues brunes
27	Limaille de fer	VI (13a)	Pincée	Au fond de l'aquarium
28	Iodure de potassium iodé	VI (3)	0,5 cc /litre, d'une solution à 1 g d'iode + 100 g d'iodeure de K /litre d'eau distillée	Bains prolongés

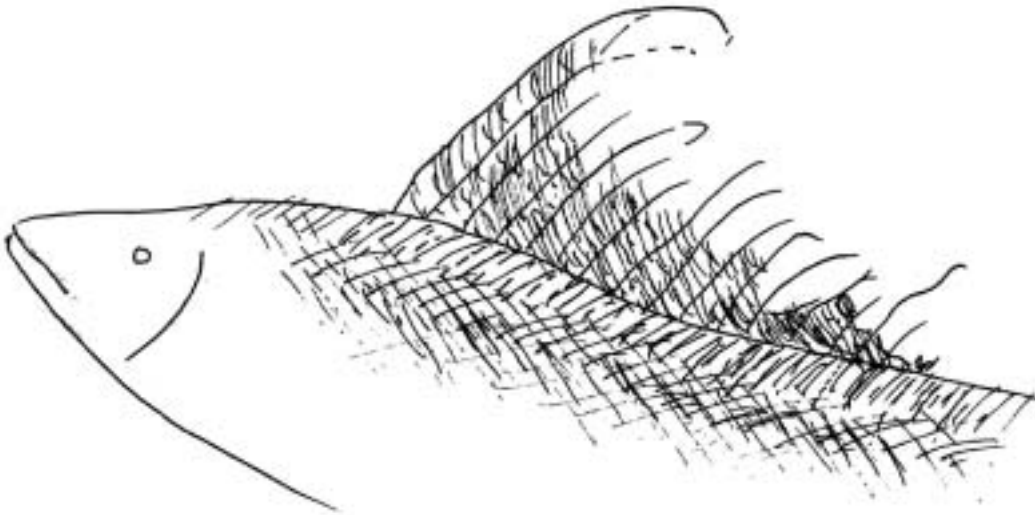


Figure 12.1 : Nécrose des nageoires

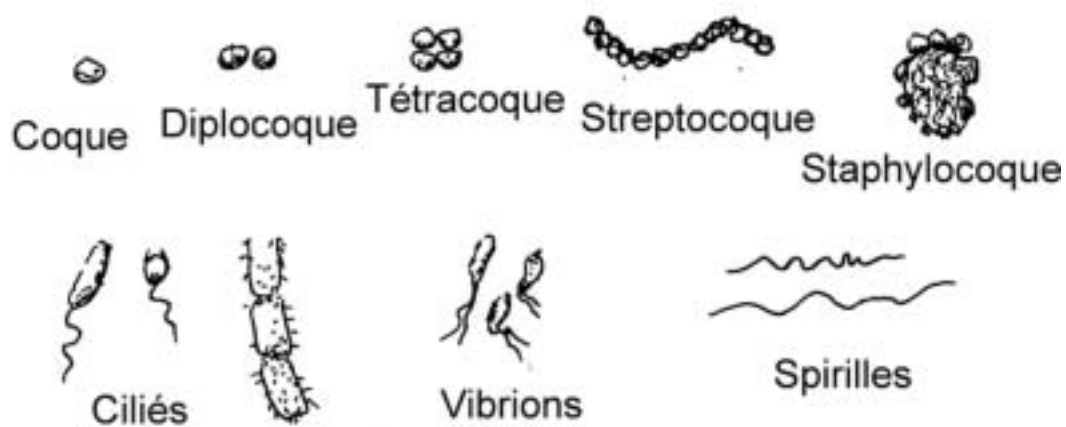


Figure 12.2 : Bactéries

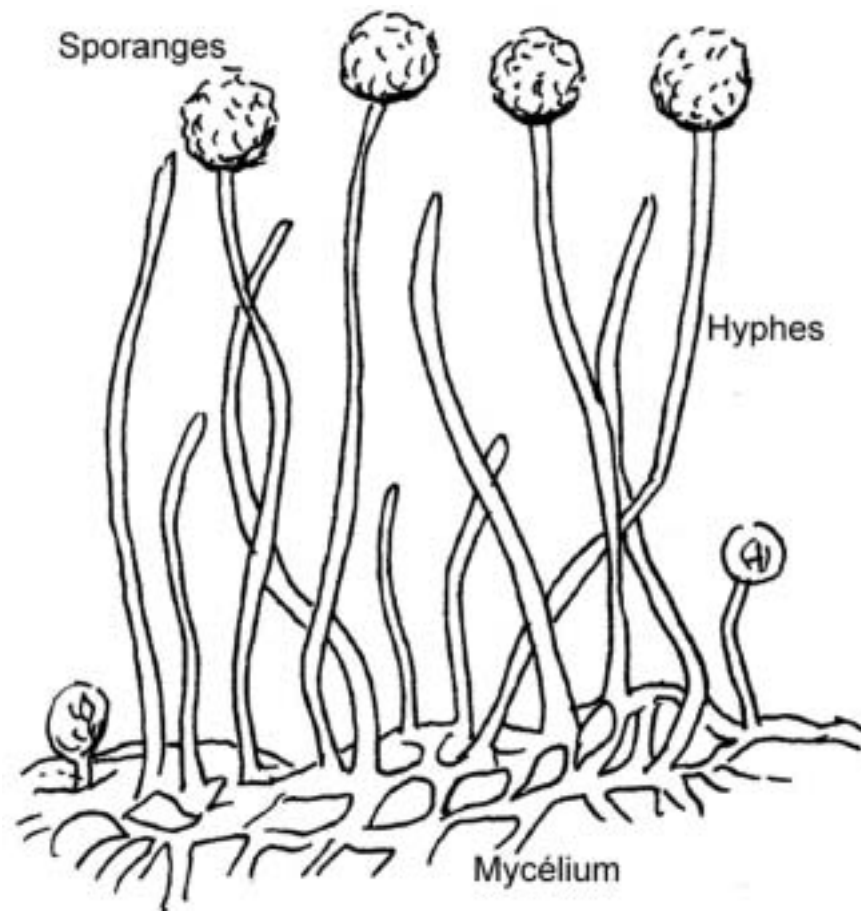


Figure 12.3 : Champignon : *Saprolenia*

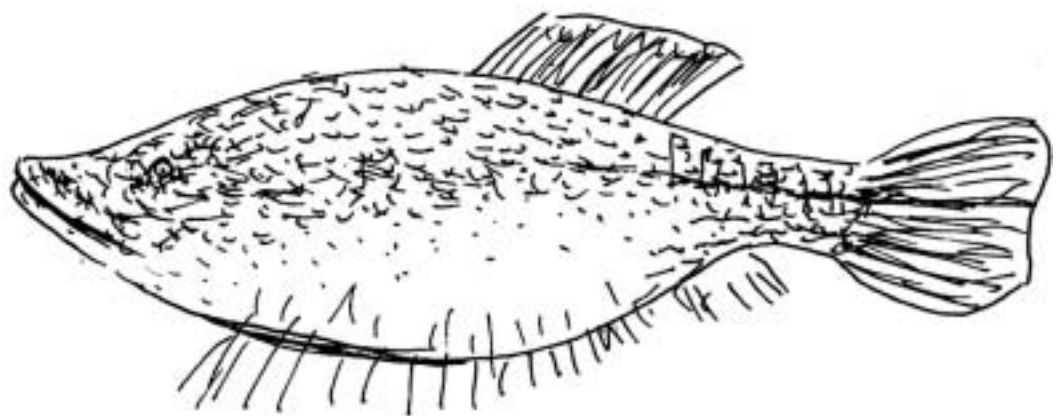


Figure 12.4 : Saprolognéiose

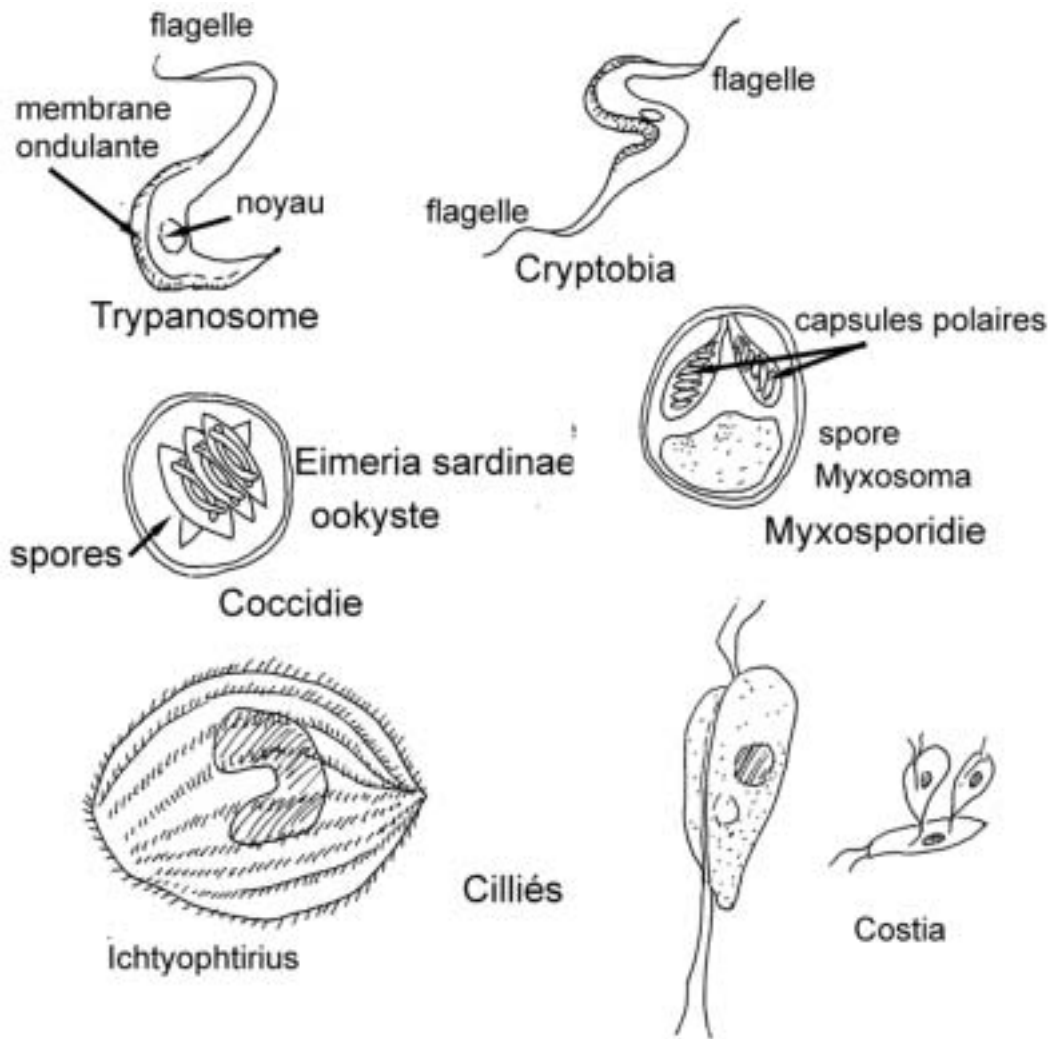


Figure 12.5 : Protozoaires

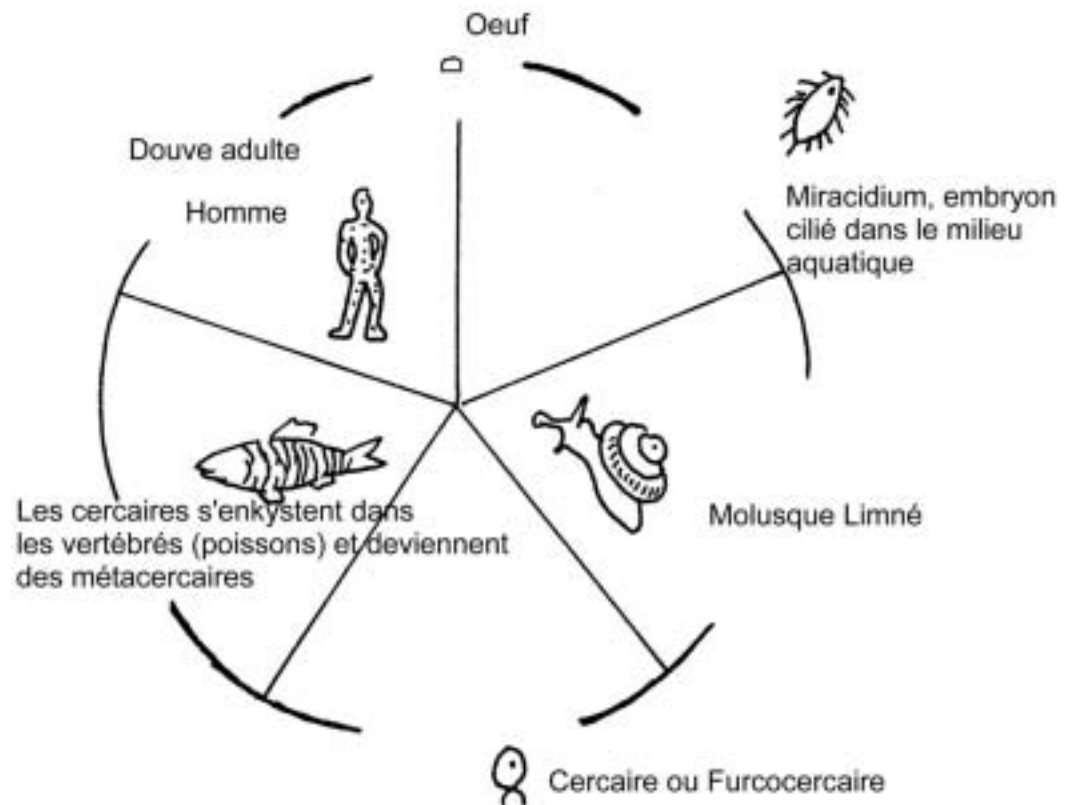


Figure 12.6 : Cycle évolutif d'un trématode : la douve

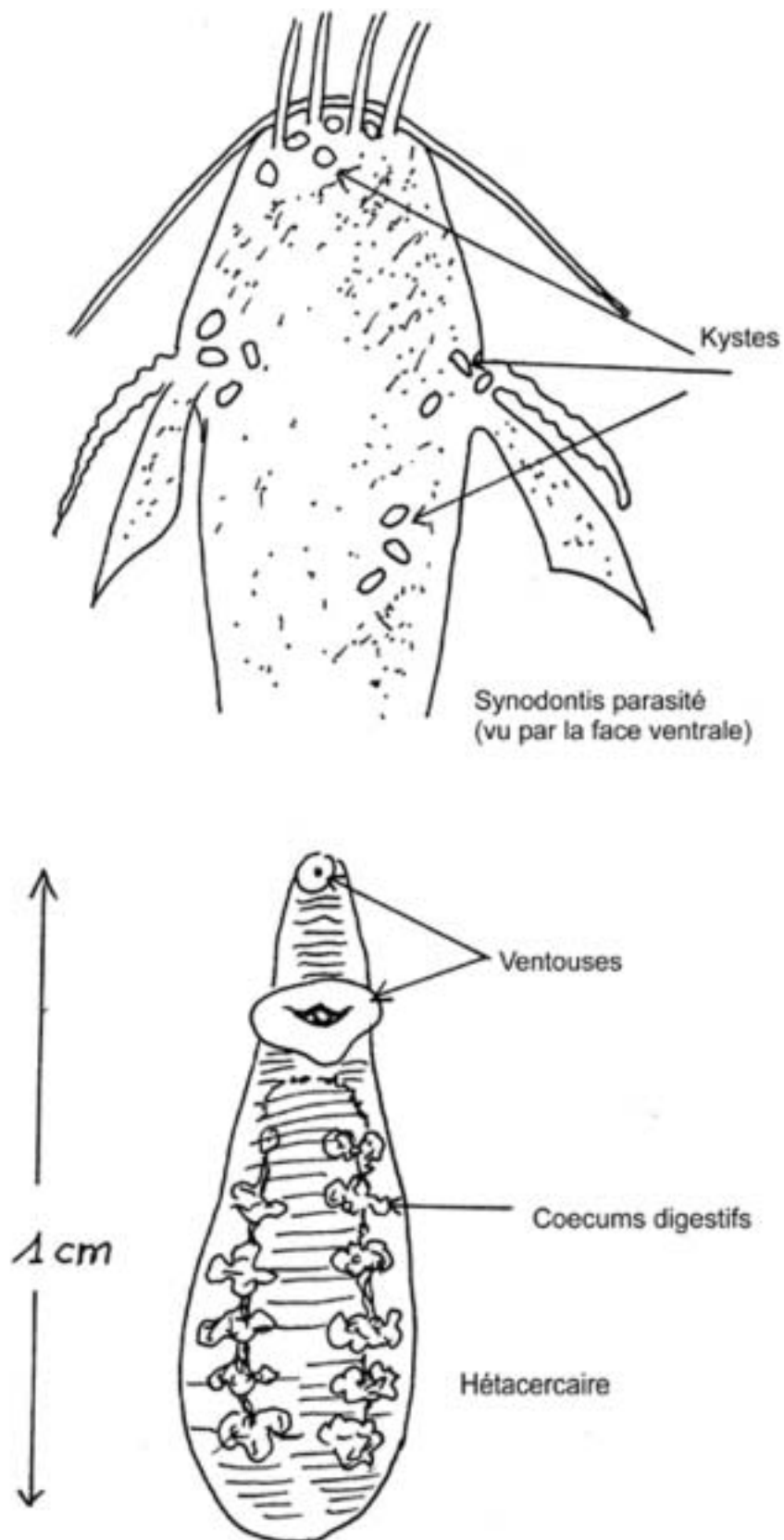


Figure 12.7 : Trématode des *Synodontis*

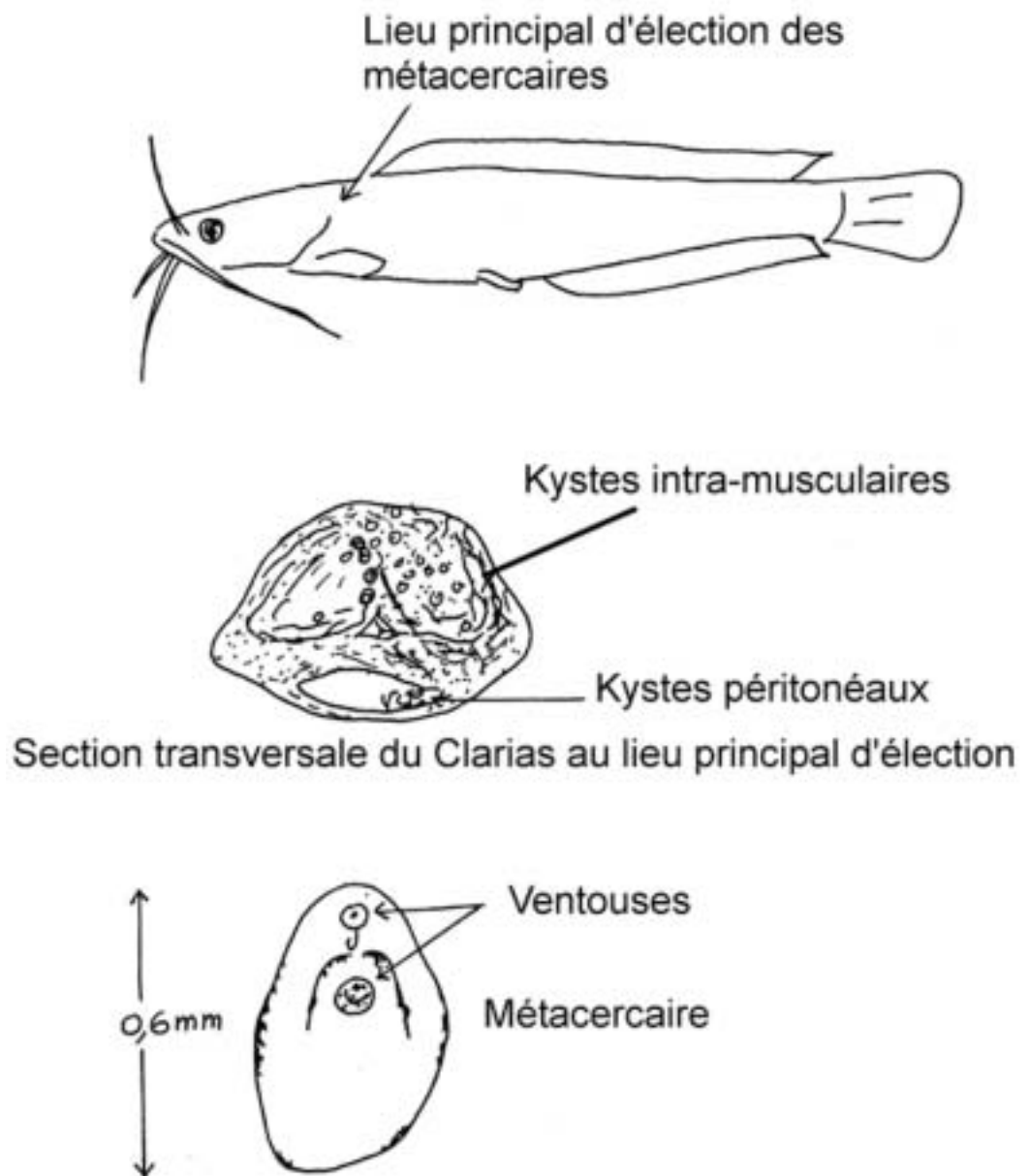


Figure 12.8 : Trématodose des *Clarias*

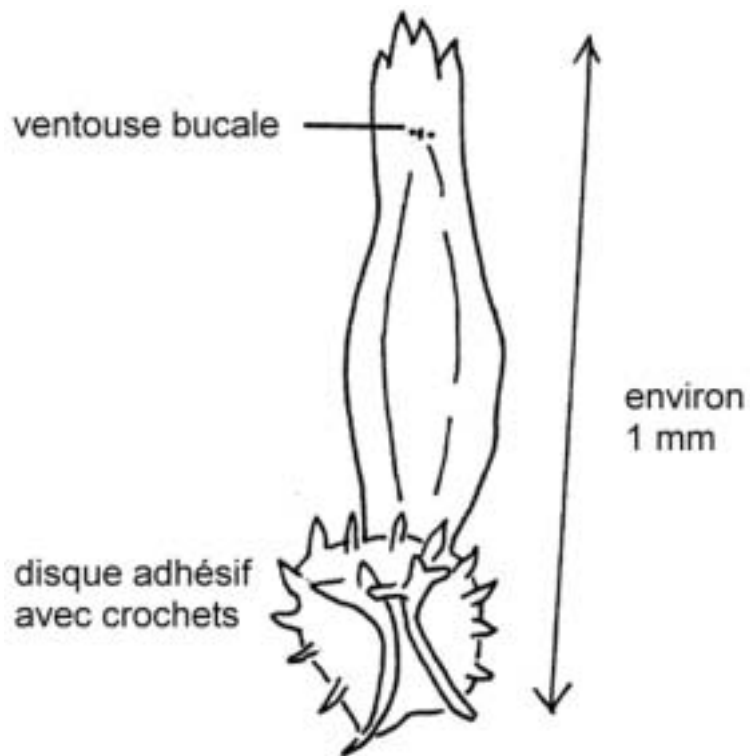


Figure 12.9 : *Dactylogyrus*

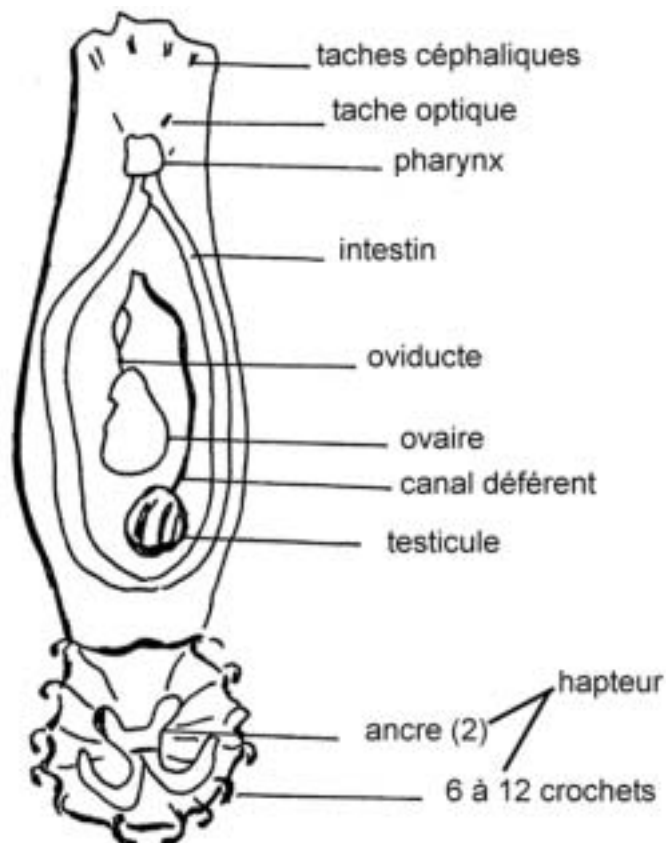


Figure 12.10 : Schéma d'un *Dactylogyrus* (Gyrodactyle)



"Argule", genre *Argulus*



genre *Caligus*



"Lernées"
genre *Lernaea*
femelle ovigère
(environ 0,5 cm)



femelle
ovigère
environ 2 cm

ovisacs

genre *Lernaeogiraffa*

Figure 12.11 : Crustacés

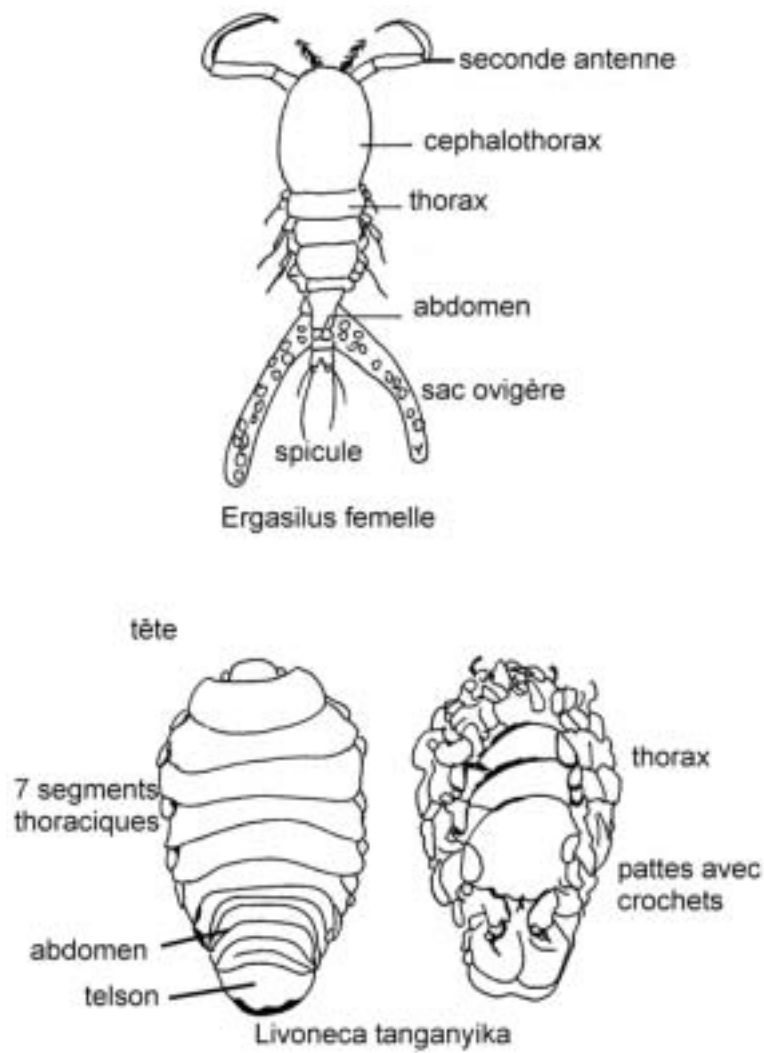


Figure 12.12 : Crustacés

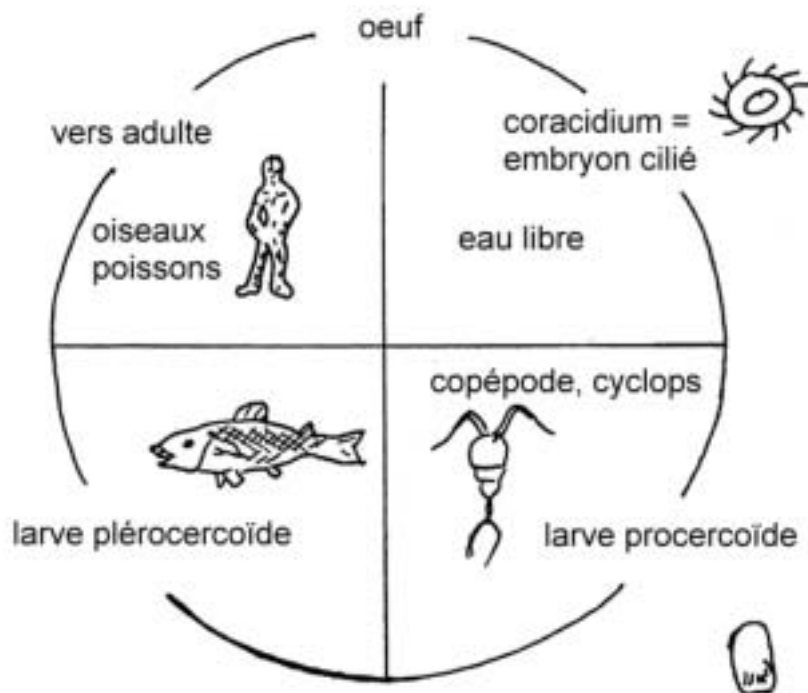
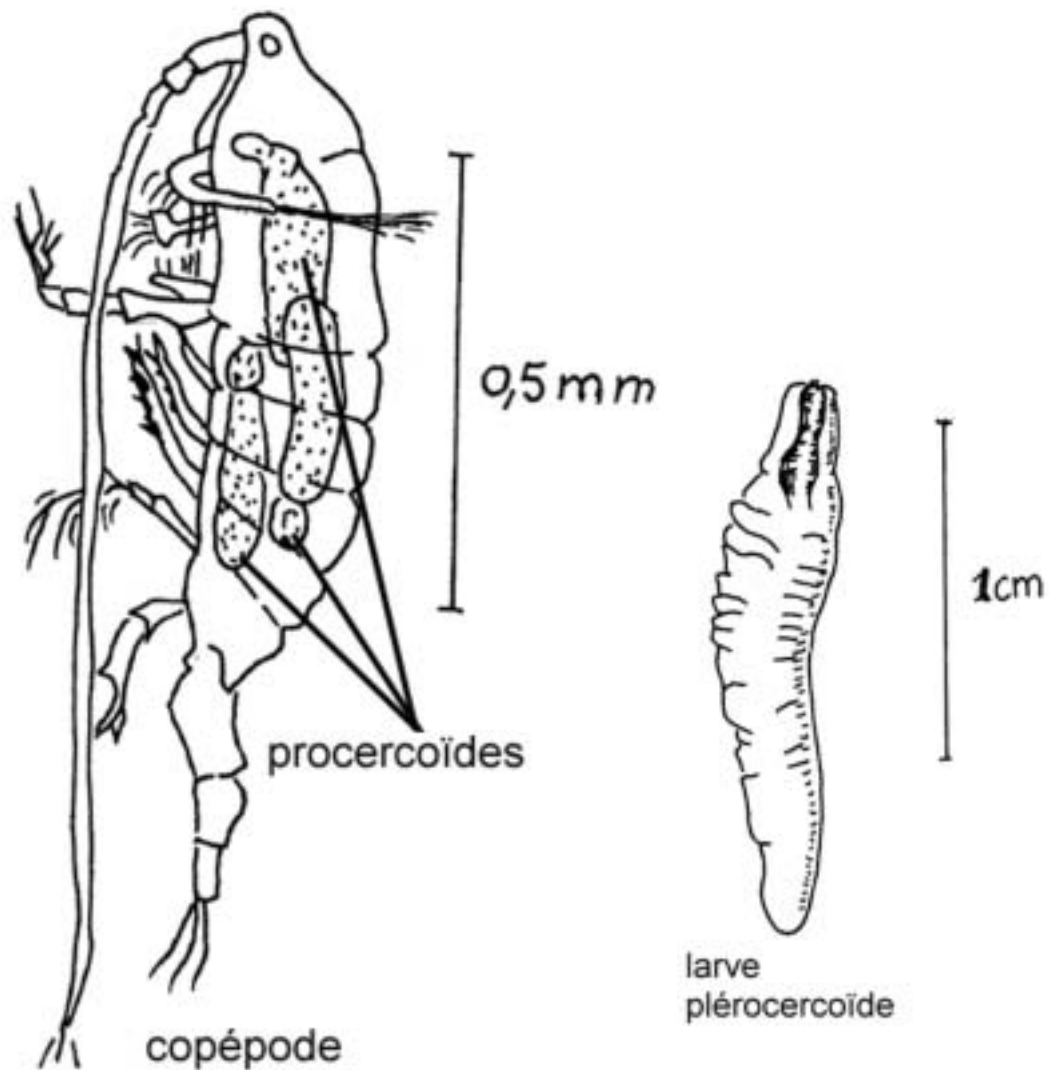


Figure 12.13 : Cycle du bothriocéphale (cestode)



Légende : Copépode renfermant 3 procercoïdes (à gauche) et
larve plérocercôïde (à droite)

Figure 12.14 : Copépodes infectés

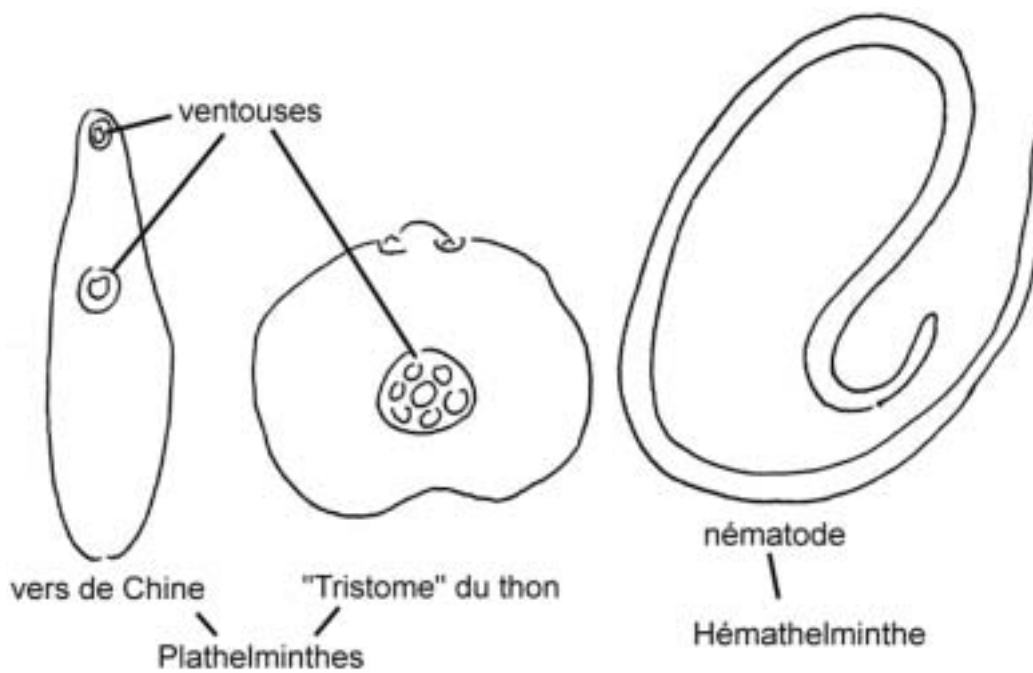


Figure 12.15 : Vers Plathelminthes et Némathelminthes

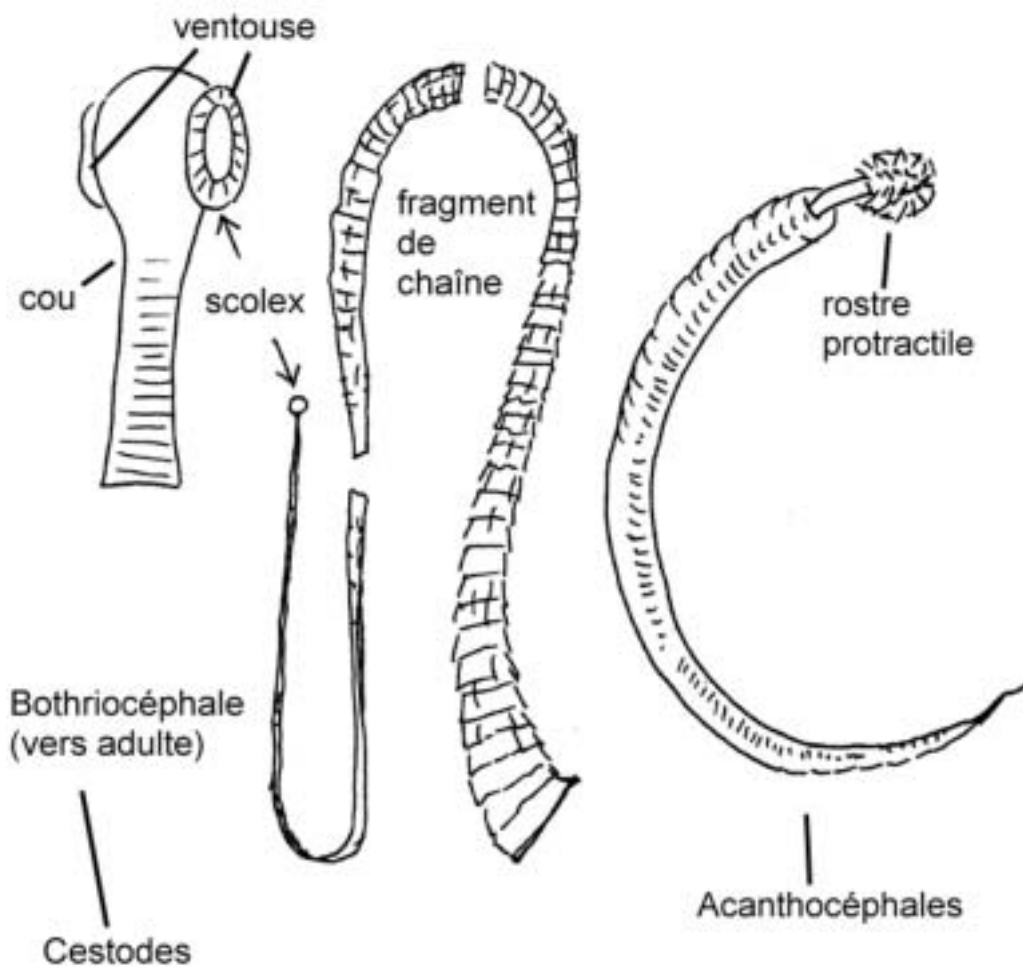


Figure 12.16 : Vers Cestodes et Acanthocéphales

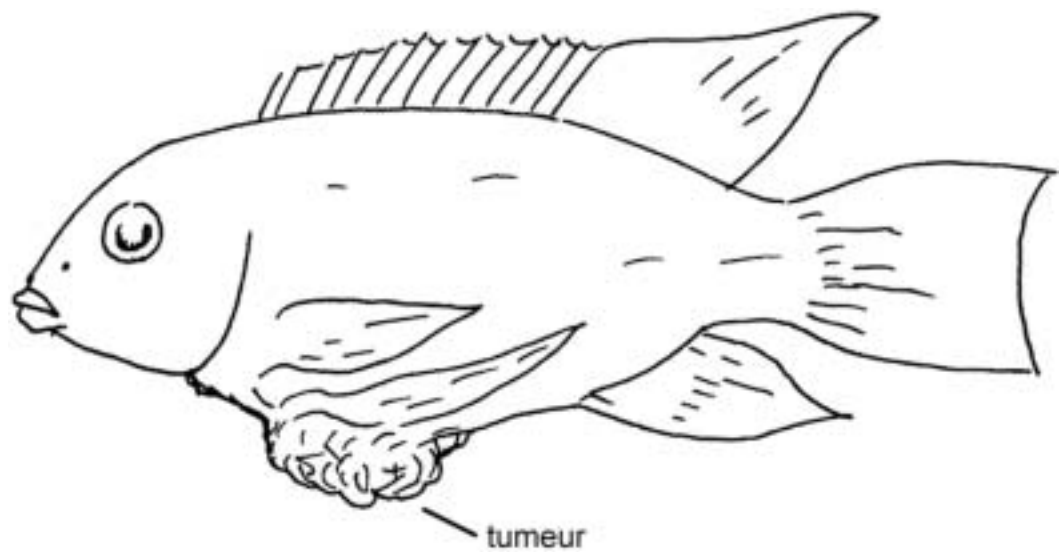


Figure 12.17 : Maladie tumorale des Tilapias

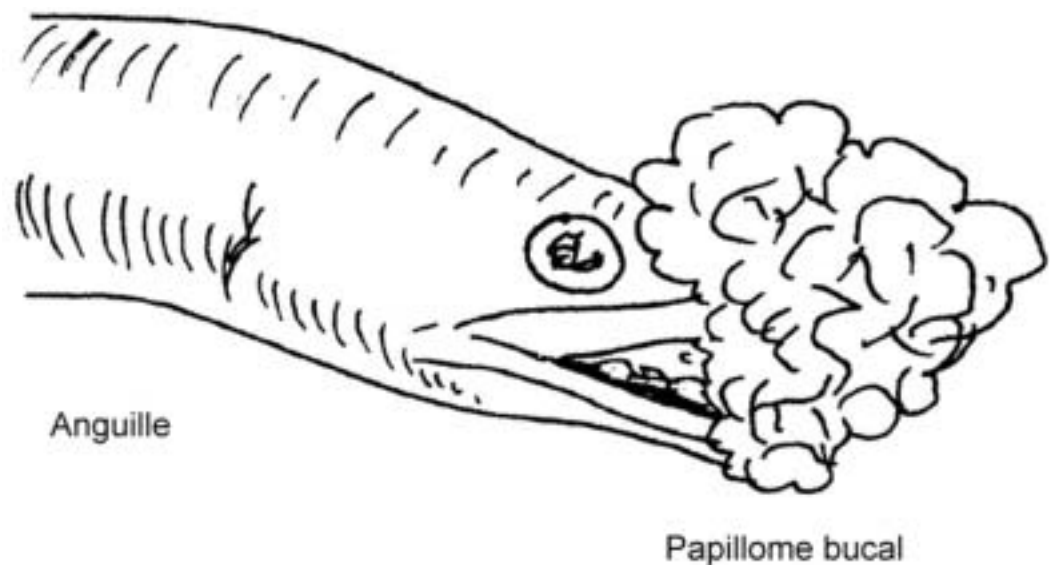


Figure 12.18 : Maladie « du chou fleur » ou papillome bucal

12.3 Maladies des poissons-chats

12.3.1 Introduction

Dans l'eau, les agents pathogènes se transmettent facilement d'un poisson à l'autre par la peau et les branchies. Le poisson-chat africain élevé dans de bonnes conditions, peut, en général, résister aux agressions des agents infectieux tels que les virus, les bactéries et les parasites. Cette espèce de poisson, sensi-

ble au stress, peut être dérangée par une mauvaise qualité de l'eau, un mauvais régime alimentaire, des manipulations trop rudes ou un environnement troublé. Il peut en résulter une diminution d'activité du système immunitaire, ce qui peut provoquer l'apparition subite d'une maladie. Les alevins et les juvéniles sont les plus vulnérables ; ils doivent encore établir leur immunité. Les poissons stressés peuvent souvent se reconnaître à un comportement anormal, tel qu'une diminution de l'appétit, une nage nerveuse ou en se dandinant, une position verticale à la surface, ou par des symptômes cliniques tels que des barbillons ou des nageoires abîmés, des taches blanches ou rouge brun sur la peau, des yeux protubérants, etc. Il faut cependant se souvenir que ces symptômes ne sont pas spécifiques, et que donc les techniques de laboratoire décrites ci-dessous sont nécessaires pour diagnostiquer la maladie. Il est important de bien inspecter les étangs tous les jours, spécialement au moment du nourrissage, lorsque le poisson-chat vient à la surface de l'eau. En cas de doute, il faudra prendre du poisson vivant pour l'examiner. Pour diagnostiquer les maladies bactériennes, fongiques ou parasitaires, il faut examiner des préparations, comme montré à la figure 12.19, de fragments de peau, de filaments branchiaux ou d'intestin. Pour l'identification d'une maladie, il faut utiliser un microscope à grossissement 40 et 100 x. Une fois le diagnostic d'une maladie établie, on peut commencer un traitement spécifique.

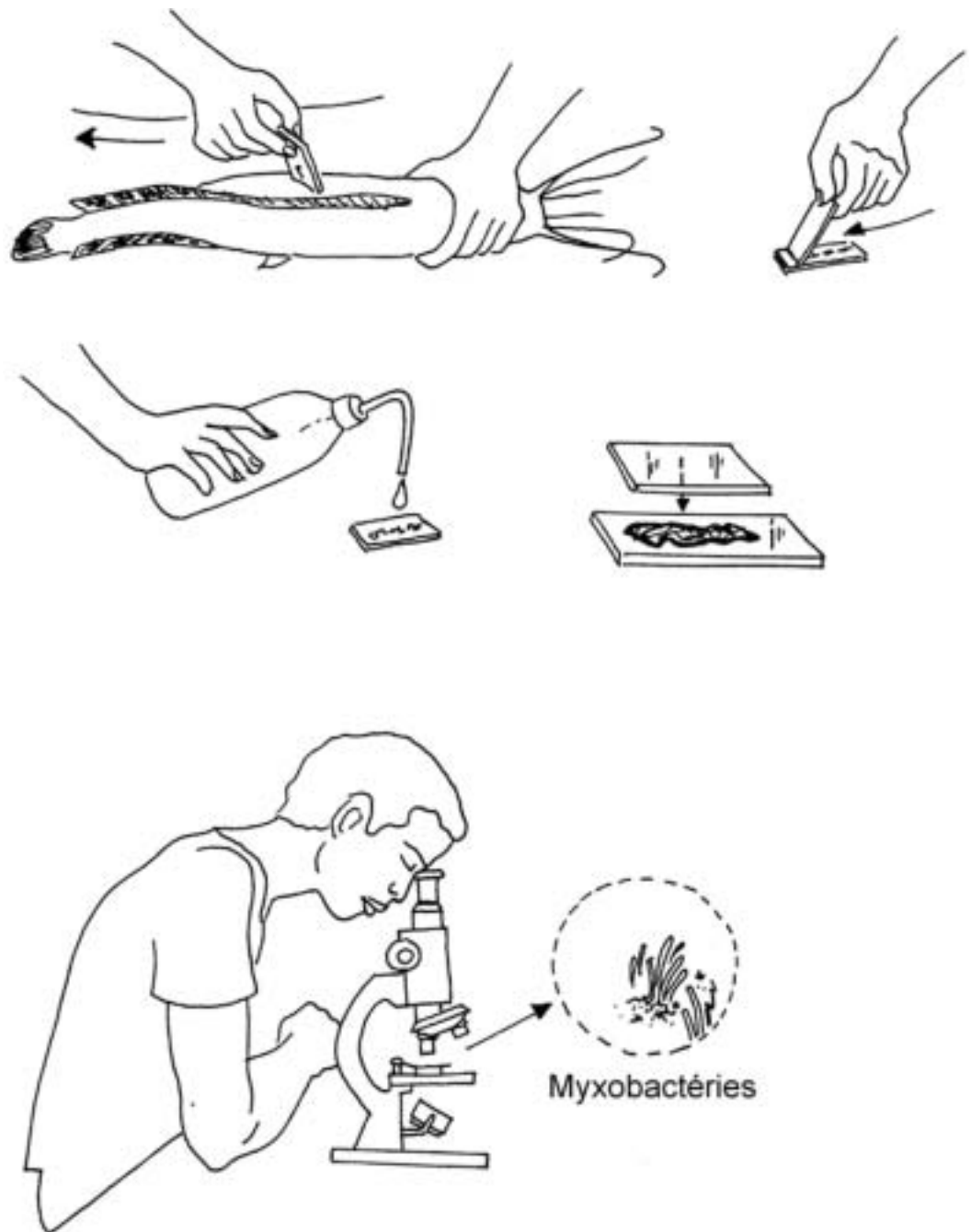


Figure 12.19 : Examen des préparations

12.3.2 Maladies bactériennes

Symptômes : le poisson reste en surface, en position verticale ou nage en se dandinant. On remarque des taches blanches sur la peau, spécialement autour de la bouche et sur les nageoires.

Prenez un frottis des branchies et de la peau et examiner le au microscope. Il y a présence de bâtonnets mobiles allongés.

Diagnose : Myxobactéries comme montré à la figure 12.19.

Prophylaxie et soin : Antibiotiques, tels que le Chloramphénicol, la teramycine ou l'Oxytetracycline appliqué comme additifs aux aliments. Le dosage dans les aliments varie de 5 à 7,5 g /100 kg de poisson par jour, pendant 5 à 15 jours. La Furaltadone, un médicament chimique soluble dans l'eau, est très bien absorbée par la peau et par les branchies des larves. La Furaltadone peut être administrée comme prophylactique ou comme traitement thérapeutique, à la dose de 50 p.p.m./heure dans l'eau des bacs d'incubation.

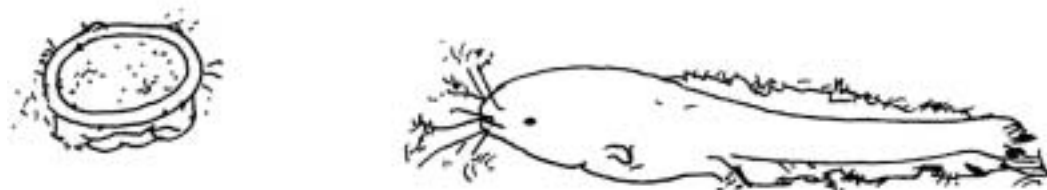
12.3.3 Maladies fongiques

Symptômes : Les poissons infectés sont couverts d'une espèce de duvet cotonneux sur la peau, la bouche et les barbillons. Le champignon se développe surtout sur les blessures de la peau occasionnées par les manipulations, lors des captures au filet, ou par les parasites externes. Ces infections font que le poisson nage en se dandinant et peuvent finalement causer la mort. Un duvet cotonneux peut également se développer sur les œufs. Ces infections fongiques peuvent provoquer de fortes pertes d'œufs et de larves pendant l'incubation.

Diagnose : *Saprolegnia* comme montré à la figure 12.20.

Prophylaxie et soin : Les alevins, les *fingerlings* et les adultes peuvent être traités à l'oxalate de vert malachite. Celui-ci est ajouté à l'eau de l'étang jusqu'à atteindre une concentration finale de 0,05 à 0,1 p.p.m. Dans un étang d'eau stagnante, le vert malachite sera décomposé en quelques jours

Comme prophylactique, on utilisera pour les œufs une désinfection à base de Wescodyne^R à la dose de 25 p.p.m., pendant 5 à 10 minutes, une heure après l'extraction des œufs. On peut également utiliser de l'oxalate de vert malachite (sans zinc) à la dose de 0,10 à 0,20 p.p.m., pendant une heure ou la dose de 5 à 10 p.p.m., pendant 15 minutes.



Légende : œuf et poisson infecté présentant des champignons sur les nageoires et sur les barbillons

Figure 12.20 : *Saprolegnia*

12.3.4 Maladies parasitaires

Symptômes : Les poissons-chats surinfectés restent souvent en position verticale à la surface de l'eau ou se frottent nerveusement la tête ou les flancs sur le fond. La peau est parfois couverte d'un film de mucus gris blanchâtre. Il peut en résulter des mortalités massives. L'identification du parasite doit être faite au microscope sur des tissus fraîchement préparés. Prélevez des morceaux de branchies ou de peaux infectées en grattant le poisson avec une lame de microscope. Après avoir ajouté une goutte d'eau (bouillie) sur le frottis de tissus, couvrez la préparation avec une lamelle.

Diagnose : On peut trouver comme parasites :

- des protozoaires : *Costia*, *Chilodonella* et *Trichodina* (figure 12.21)
- des trématodes : *Dactylogyrus* (uniquement sur les branchies) et *Gyrodactylus* (Figure 12.21)

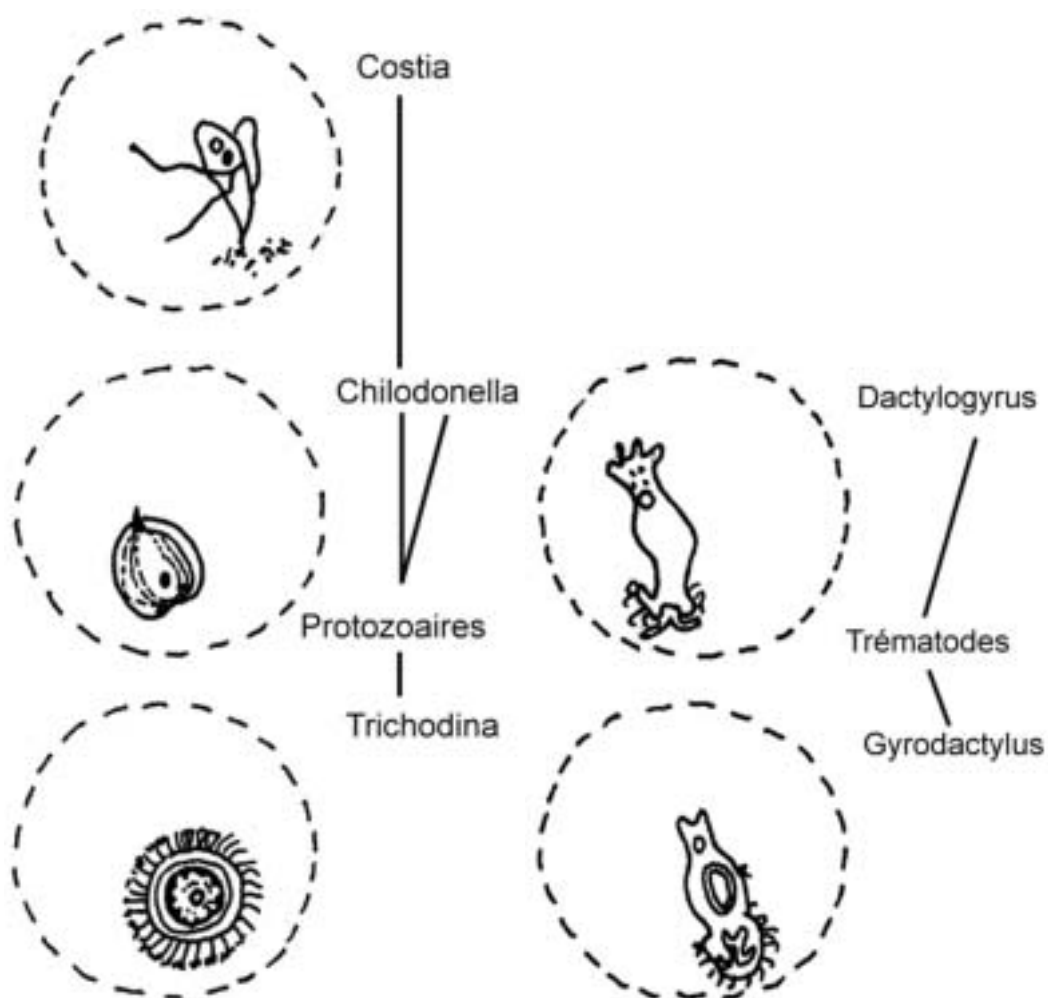


Figure 12.21 : Protozoaires et Trématodes

Prophylaxie et soin : Les alevins, *fingerlings* et adultes peuvent être traités au formol ajouté à l'eau de l'étang, à la dose de 25 à 50 p.p.m. Pour traiter les étangs, on peut également employer 0,12 p.p.m. de Bromex^R, ou 0,25 p.p.m. de Dipterex^R (Dylor^R, Masoten^R).

Notons que le Poisson-chat est également un hôte intermédiaire pour les métacercaires de trématodes. Ceux-ci sont particulièrement présents en grand nombre dans les tissus conjonctifs autour du cerveau et dans les tissus musculaires (Figure 12.22). Apparemment le poisson ne souffre pas de ce parasite. On n'a pas encore étudié les effets à long terme et le contrôle de cette infection.

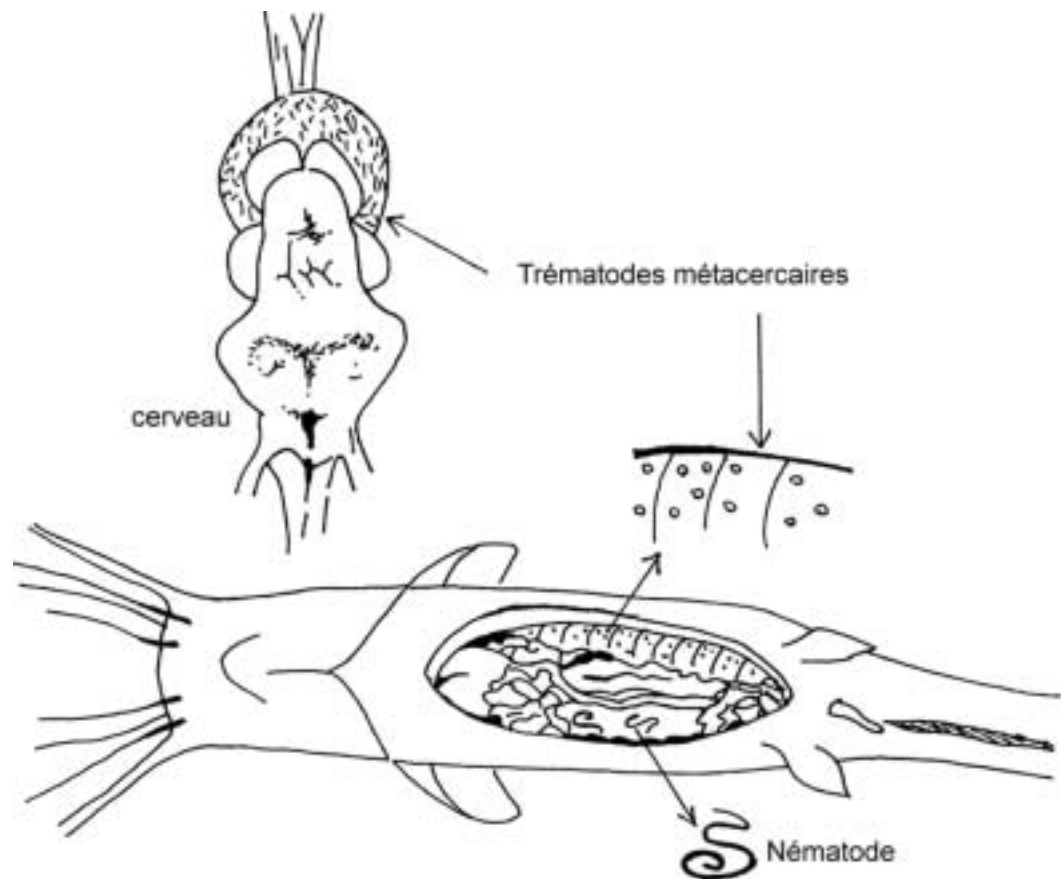


Figure 12.22 : Trématodes, Nématodes

Symptômes : Petits vers rouge - bruns présents sur la peau et les barbillons. Une forte infection peut causer de l'anémie et un ralentissement de croissance.

Diagnose : Hirudinées : sangsue (Figure 12.23)



Figure 12.23 : Sangsues

Prophylaxie et soin : Les sangsues peuvent être détruites dans l'étang par application de 0,5 p.p.m. de Dipterex^R ou de Masoten^R à des doses variant de 0,25 à 0,8 p.p.m.

Symptômes : Présence de larves enkystées dans les tissus et de vers libres dans la cavité abdominale et autour du cœur.

Diagnose : Nématodes (vers) (Figure 12.22)

Le poisson ne souffre pas de ce parasite, les effets à long terme des infections de Nématodes n'ont pas encore été étudiés.

12.3.5 Maladies sans causes connues

Symptômes : Exophtalmie, crâne mou et parfois déformation de la nageoire causale. A un stade ultérieur de la maladie, destruction des organes arborescents. Ceci peut être à l'origine d'une inflammation exsudant du crâne, avec production de gaz. Le crâne finit par se briser latéralement, parallèlement aux jonctions des plaques crâniennes. Cette maladie est surtout présente chez les poissons-chats de plus de 10 cm. Les poissons guéris montrent souvent un crâne épaissi et courbé.

Diagnose : Maladie du crâne brisé (Figure 12.24 et 25)

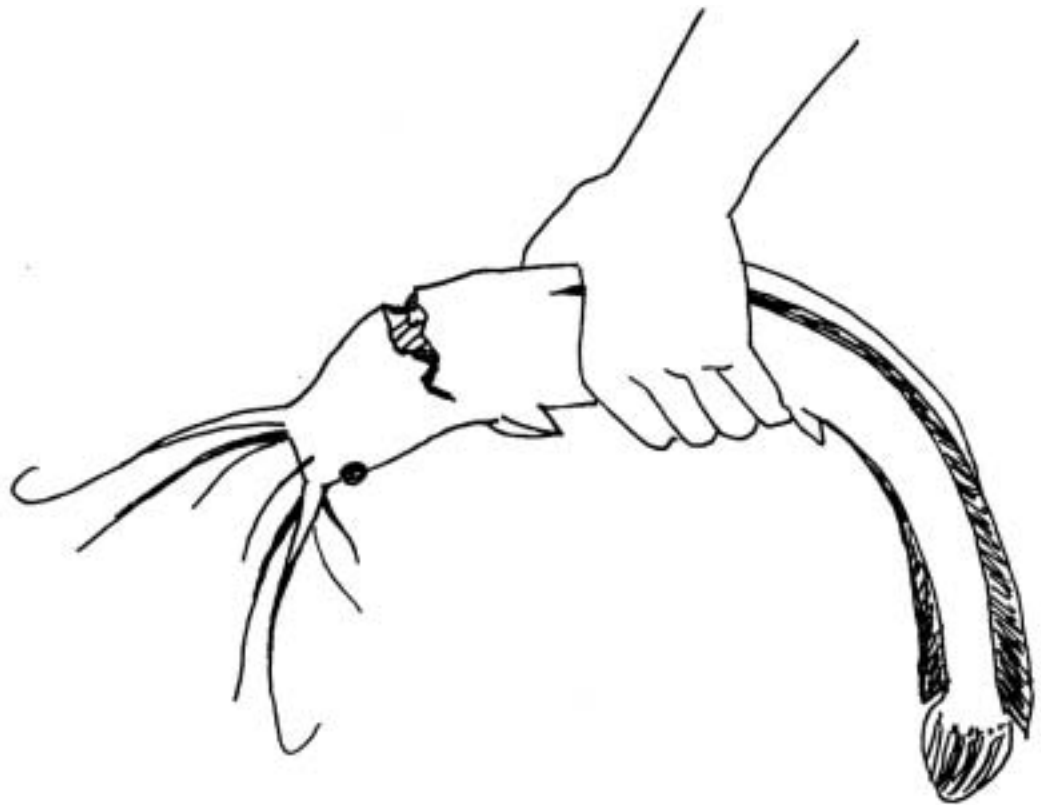


Figure 12.24 : Maladie du crâne brisé

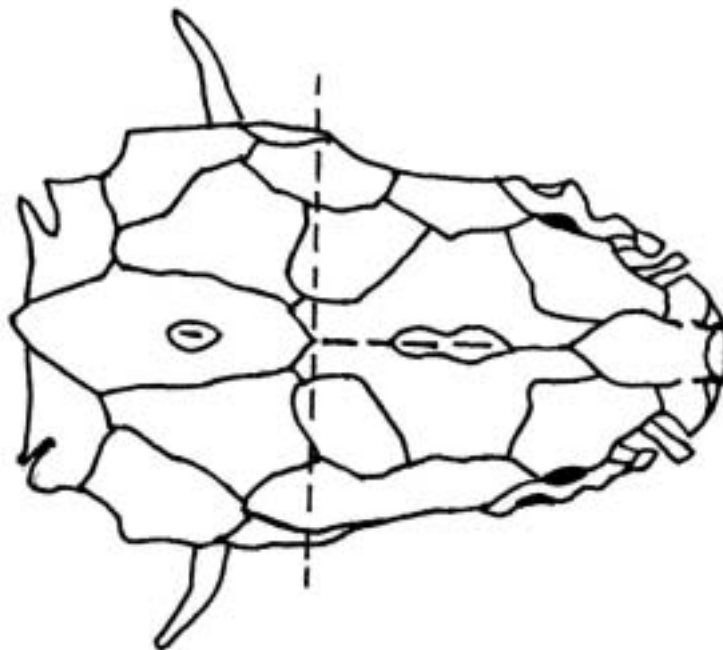


Figure 12.25 : Ligne de cassure du crâne

Prophylaxie et soin : Il faut éviter les mauvaises conditions d'élevage, telles que la pollution de l'eau et les aliments de mauvaise qualité. Il faudra changer

l'eau et augmenter le débit dès l'apparition des premiers symptômes de la maladie. Arrêtez l'alimentation pendant quelques jours et recommencez-la de préférence avec des aliments frais, riches en sels minéraux et en vitamines. Ceux-ci seront distribués en petites quantités, jusqu'à ce que le poisson ait récupéré (normalement après 3 à 6 semaines).

Symptômes : Les alevins ou les *fingerlings* se tiennent verticalement en surface ou nagent activement, leur ventre gonflé. Les intestins se nécrosent. Les bactéries prenant naissance dans l'intestin envahissent la cavité abdominale et causent une destruction de la paroi abdominale avec production de gaz et de sérosité. Le ventre se gonfle et finalement s'ouvre. La maladie se présente spécialement lorsque les alevins ou les *fingerlings* sont élevés en forte densité avec une alimentation intensive à base d'aliments artificiels contenant 40% de protéines digestibles. Une forte mortalité apparaît après un ou deux jours.

Diagnose : Maladie du ventre ouvert (Figure 12.26)

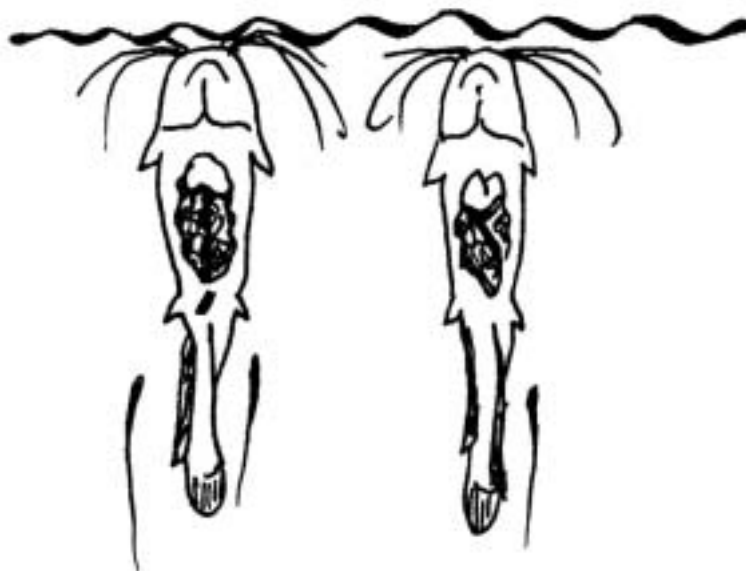


Figure 12.26 : Maladie du ventre ouvert

Soin : Diminuez l'alimentation et supprimez tous les poissons montrant les premiers symptômes de la maladie

13. Maladies des pisciculteurs

L'eau peut donner certaines maladies aux pisciculteurs. Le pisciculteur ou le pêcheur doit connaître parfaitement les symptômes, le mode de transmission et surtout la prophylaxie des cinq maladies strictement liées à l'eau résumées dans le tableau ci-dessous afin de les éviter.

Tableau 13.1 : Maladies données par l'eau aux pisciculteurs

Maladie	Symptômes	Mode de transmission	Prophylaxie	
			Soins	Prévention
Amibiase	Maux de ventre, Selles liquides contenant du sang	Eau de boisson Mains sales (manger avec les mains)	Se rendre au dispensaire	Filtrer l'eau de boisson, Utiliser les latrine Couvrir les plats Se laver les mains avant d'aller à table
Ver de guinée	Maux de jambe Jambe gonflée Apparition de plaie d'où sort un ver qui longe la jambe	Eaux de boisson	Protéger la plaie avec un pansement Se rendre au dispensaire Faire sortir le ver	Traiter le marigot Eviter de mettre les pieds dans l'eau quand on est malade Filtrer l'eau de boisson
Bilharziose	Maux de ventre Présence de sang dans les urines	Un malade urine dans l'eau. Des vers se développent dans un escargot puis entrent dans le corps à travers la peau.	Se rendre au dispensaire	Utiliser les latrines Porter des bottes pour travailler dans l'eau Laisser les canards manger les escargots dans lesquels se développent les vers Tuer les escargots (canards) Traiter l'eau

Maladie	Symptômes	Mode de transmission	Prophylaxie	
			Soins	Prévention
Ankylostomes	Fatigue générale Maux de ventre Diarrhée	Lorsqu'on dépose les selles sur la terre humide, les petits vers se développent et quand on marche pieds nus sur cette terre ces vers entrent à travers la peau	Se rendre au dispensaire	Se chausser Utiliser les latrines Mettre les bébés au dos
Ascaris	Maux de ventre Diarrhée	Eau infectée Fruits infectés Mains sales	Se rendre au dispensaire	Utiliser les latrines Se laver les mains avant d'aller à table Mettre les bébés sur une natte Filtrer l'eau de boisson

14. Ennemis des poissons

Les ennemis des poissons sont nombreux en pisciculture. On les rencontre parmi les insectes, les poissons, les batraciens, les reptiles, les mammifères, les oiseaux et les gastéropodes. On peut distinguer parmi eux des ennemis permanents, des ennemis occasionnels et des concurrents de nourriture.

14.1 Insectes nuisibles

a) Coléoptères :

1) Dytique bordé : L'adulte est très carnassier. La larve s'attaque aux alevins

2) Hydrophile brun. L'adulte est végétarien (donc pas nuisible). La larve, très carnassière, s'attaque aux alevins

b) Hémiptères : Ce sont de très indésirables concurrents de nourriture

c) Odonatoptères : la larve aquatique s'attaque aux alevins. L'adulte aérien n'est pas nuisible,

Comment lutter contre les insectes ? Il ne faut pas mettre sous eau les étangs ou bacs d'alevinage plus de 15 jours avant la mise en charge et il faut nettoyer les mares et les fossés enherbés des étangs voisins,

14.2 Poissons voraces

- *Lates niloticus*
- *Hemichromis fasciatus*
- *Clarias gariepinus*

En général tous les poissons carnivores sont nuisibles s'ils ne sont pas introduits. On doit veiller aux grilles d'alimentation

14.3 Batraciens nuisibles

Les larves et adultes sont nuisibles parce qu'ils sont concurrents de nourriture et destructeurs d'alevins. Ils prolongent également le temps de tri (nombreux têtards).

Lutte : Les détruire : dans un étang non empoisonné, utiliser la chaux une semaine avant la mise en charge.

14.4 Reptiles nuisibles

Serpents, lézards, etc.

14.5 Oiseaux nuisibles

Ce sont tous les oiseaux piscivores, également porteurs de vecteurs de maladies pour les poissons. Les plus nuisibles sont le martin-pêcheur, le canard, le héron, la poule d'eau et le cygne.

Lutte : Les chasser : tendre des cordes au bord de l'étang, juste au-dessus de l'eau pour empêcher aux oiseaux posés sur la digue de marcher dans l'étang (Figure 14.1).

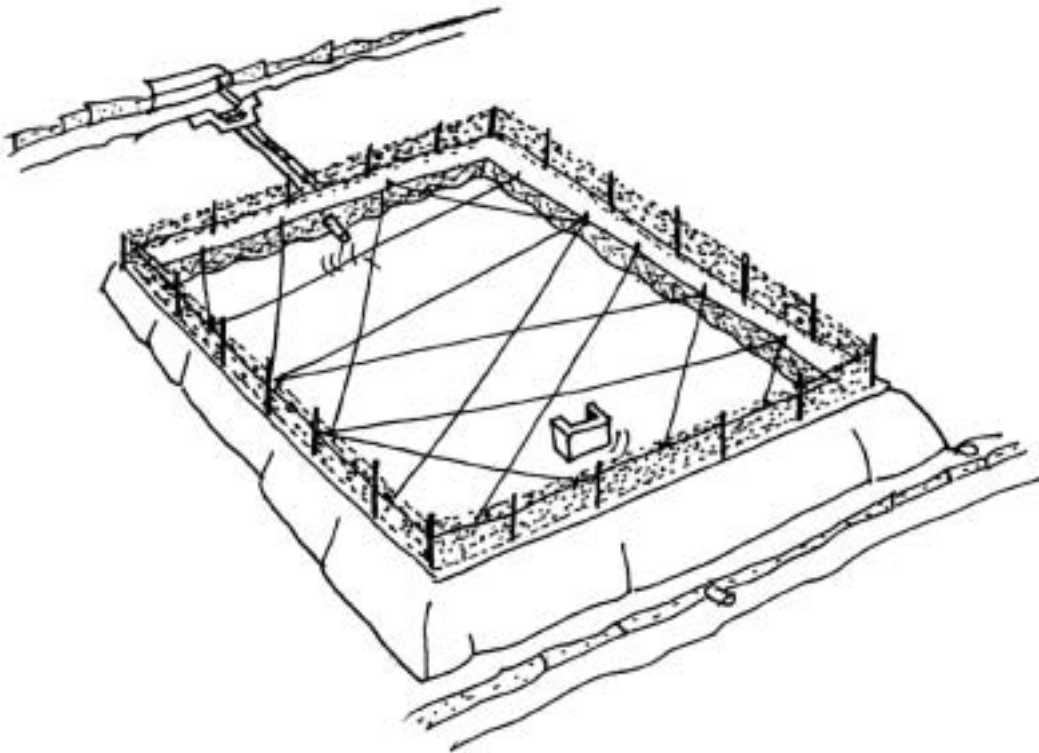


Figure 14.1 : Protection de l'étang contre les échassiers

14.6 Mammifères nuisibles

L'homme et les rats principalement.

Lutte : Gardiennage et pièges.

14.7 Gastropodes nuisibles

Ce sont surtout les hôtes intermédiaires des vecteurs de nombreuses maladies.

Conclusion

Même si vous imitez à merveille les poissons dans l'eau, ce qui en soit est déjà un exploit, vous vous êtes rendu compte en lisant ces notes, qu'il n'est pas donné à tout le monde de devenir pisciculteur et qu'il vaut mieux y regarder à deux fois plutôt qu'une avant de commencer à se lancer dans cette activité, certes passionnante.

En parcourant ce document, vous avez pu apprendre à situer la pisciculture dans l'ensemble des autres sciences qui ont rapport à l'eau tout en apprenant à mieux connaître l'environnement du poisson. Vous avez aussi perçu les difficultés que l'on peut rencontrer lors de la construction d'étangs de pisciculture et comment y remédier. Vous avez aussi découvert certains aspects intéressants de la biologie des poissons courants en Afrique, comme le Tilapia, le Clarias, le Mâchoiron, etc. Ensuite, vous avez pu découvrir des méthodes spécifiques d'élevages bien rôdées sur le terrain en Afrique. De plus, vous avez pu faire le tour de diverses méthodes utilisant des animaux, végétaux ou équipements inhabituels pour pratiquer la pisciculture. Vous avez enfin survolé quelques notions de soins vétérinaires et de médecine.

De nombreux dessins réalisés avec une exactitude déconcertante par les doigts du dessinateur et magicien Gbadamassi vous ont transporté un peu plus dans la réalité. Magie de la magie, ces dessins sont au trait et en noir et blanc, ce qui rend leur photocopie très lisible. Cyber magie, vous pouvez recevoir tout ceci à travers les petits fils de votre ligne téléphonique en téléchargeant le document depuis le site web : <http://www.gfa-bassila.com/telecharger.htm>.

Bien que ces notes soient assez complètes, je conseille à toute personne intéressée par la pisciculture de contacter au plus vite des spécialistes de terrain expérimentés, afin de ne pas augmenter le chiffre annuel des faillites de PME (Petites et moyennes entreprises) de leur pays. Pour les autres, j'espère avoir fait un tout petit pas pour leur « édification personnelle » comme disait si bien un éminent forestier chaque fois qu'il expliquait une notion nouvelle à un élève ou un stagiaire.

Je vous laisse à votre nouvelle passion ou tout simplement à vos rêveries.

Bibliographie

- ABO L.K.P. (1989) : Cours de pisciculture, Ecole Forestière de Bouaké, République de Côte d'Ivoire, 78 p.
Ce cours a servi de base au niveau des chapitres 3 et 4.
- AGOH J-B (1988) : Cours de pisciculture, Centre de formation Piscicole, 01 BP 621 Bouake, République de Côte d'Ivoire, 66 p.
Ce cours a servi de base tout au long de la rédaction de cet ouvrage.
L'auteur m'a appris la passion de la pratique de la pisciculture.
- Anonyme (1978) : L'élevage des poissons. Cours d'apprentissage agricole. Série : Les productions de l'agriculteur. INADES – Formation, 08 BP 8 Abidjan, République de Côte d'Ivoire, 52 p.
- Anonyme (1980) : Mémento de l'Agronome, 3^{ème} Edition. Ministère de la Coopération française. Paris, France, 1.600 p.
- Anonyme (1985) : Projet d'Aquaculture lagunaire du Centre de Recherches Océanographiques à Abidjan : Rapport technique. ORSTOM, Paris, France, 98 p.
On trouve dans ce rapport des notes techniques sur l'élevage du Tilapia en cage et du Mâchoiron en enclos à Abidjan.
- Anonyme (1987) : Projet pilote de développement de l'aquaculture lagunaire : bilan des travaux, 1985 - 1986. Rapport général. Centre de Recherches Océanographiques, Abidjan, République de Côte d'Ivoire, 110 p.
Ce rapport nous a éclairé sur certains points de l'élevage du tilapia en cage et du mâchoiron en enclos, que nous avons visité avec les explications du confrère M. MAGBY F.D.
- Anonyme (1989) : Cours sur les élevages associés. Centre de Formation Piscicole, BP : 621 Bouaké, République de Côte d'Ivoire, 9 p.
Ces notes sont la copie refondue de ce cours. J'y ai ajouté les figures.
- COPIN Y., OSWALD M. (1988) : La pisciculture semi intensive du tilapia devient une réalité sociale et économique. AQUA revue N° 17. février - mars 1988, 6 p.
- COPIN Y. et OSWALD M. (1989) : Le volet piscicole du projet périurbain de la commune de Daloa, AFVP, BP 2 - 91310 MONTLHERY-France, 25 p.

- DAJET J. (1954) : Les poissons du Niger supérieur. Réimpression 1967. Mémoire de l'IFAN N° 36, Clairafrique, BP. 2005 Dakar, Sénégal, 391 p.
Cet ouvrage m' a servi dans la connaissance des poissons et leur figuration dans ces notes.
- BARD J., DE KIMPE P., LEMASSON J., LESSENT P. (1974) : Manuel de Pisciculture Tropicale. Centre Technique Forestier Tropical, 45 bis Av de la Belle Gabrielle, 94130 Nogent - Sur -Marne, France, 209 p.
Ce manuel reste et restera un ouvrage de base pour tout pisciculteur tropical. Il m' a guidé tout au long de l'ouvrage et je l'ai repris textuellement aux chap. 6, 7 et 9.
- BRUNEAU T. (1989) : La pisciculture et les élevages associés. Service USSB. Ministère de la production Animale, SODEPRA - NORD - Projet d'encadrement, Korhogo, République de Côte d'Ivoire, 7 p.
- MIEVIS G. (1986) : Elevage de clarias. Inspection Piscicole de Bouaké, République de Côte d'Ivoire, 7 p.
- GALBREATH P.F., ZIEHI A.D. (1988) : Pratique de l'élevage monosexue de *Tilapia nilotica* en milieu rural en Côte d'Ivoire. Projet de Développement de la Pisciculture en milieux rural - PNUD/FAO/ MINEFOR/ IVC/ 87/001, Bouaké, République de Côte d'Ivoire, 12 p.
Ce rapport tire les conclusions pratiques du développement rural en pisciculture : tilapia + 3A ou son de riz. La fiche d'étang vient de ce projet, ainsi que les conclusions pratiques de l'élevage en milieu rural (chap. 4).
- DEPELCHIN J. et A. (1988) : Pratique des élevages associés : quelques exemples. SODEPRA –Korhogo, République de Côte d'Ivoire, 15 p.
Ce rapport vient compléter le chap. 5, d'une manière très pratique, avec une vision d'éleveur.
- DAGET J., ILTIS. A (1965) : Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). IFAN, BP 206 Dakar ou CLAIRAFRIQUE, BP 2005 Dakar – Sénégal, 366 p.
Cet ouvrage m'a servi dans la connaissance des poissons et leur figuration dans ces notes.
- PASQUELIN B. (1976) : Cours de Pisciculture, volume 2. ORT - Coopération technique Suisse. Edition à l'EATEF à Ziguinchor, Sénégal, 100 p.
Ce livre de base m' a servi de repère tout au long de la rédaction de

cet ouvrage. Je l'ai repris et modifié au chap. 1 et 2, surtout. La structure vient de cet ouvrage remarquable.

VIVEEN W.J.A.R., RICHTER C.J.J., VAN OORDT. P.G.W.J, JANSSEN J.A.L., HUISMAN E.A. (1985) : Manuel pratique de pisciculture du poisson chat africain (*Clarias gariepinus*). Direction Générale de la Coopération Internationale du Ministère des Affaires Etrangères, la Haye, Pays-Bas et Département de Pisciculture et des pêches de l'Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas et Groupe de Recherche d'Endocrinologie Comparative, Département de Zoologie de l'Université d'Utrecht, Pays-Bas, 93 p.

Je conseille vivement ce manuel de synthèse complet, remarquablement illustré pour tous ceux qui s'intéressent à cet élevage. Il est la base de ces notes au chap. 4.
